



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

Facultad de Ingeniería Industrial

**Escuela Profesional de Ingeniería
Industrial**



TESIS

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE CULTIVO DE
LIMÓN BASADO EN MODELOS PREDICTIVOS DE
RENDIMIENTO AGRÍCOLA EN LOS VALLES: ALTO PIURA Y
SAN LORENZO, 2018”**

Presentada por:

Br. Jean Paul López Aita

Asesor:

Ing. Corina Sandoval Morales Msc.

Línea de investigación:

Procesos Industriales

Sublínea de investigación:

**Optimización y mejora de los procesos de producción de bienes y
servicios**

PIURA – PERÚ

2018

Hoja de firmas de ejecutores

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



**Facultad de Ingeniería Industrial
Escuela Profesional de Ingeniería
Industrial**



TESIS

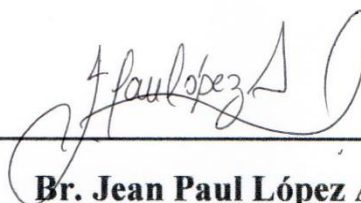
**“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE CULTIVO DE
LIMÓN BASADO EN MODELOS PREDICTIVOS DE
RENDIMIENTO AGRÍCOLA EN LOS VALLES: ALTO PIURA Y
SAN LORENZO, 2018”**

Línea de investigación:

Procesos Industriales

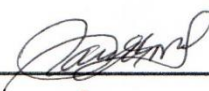
Sublínea de investigación:

**Optimización y mejora de los procesos de producción de bienes y
servicios**



Br. Jean Paul López Aita

(Tesista)



Ing. Corina Sandoval Morales Msc.

(Asesor)

Declaración jurada de originalidad

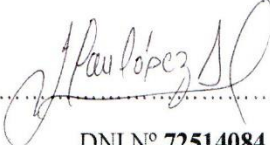
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo: Jean Paul López Aita identificado con CU/DNI –N° 72514084, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería Industrial y domiciliado en (Calle/Jirón/Av.) A.H. Jorge Chávez Mz. J Lote 15 – II etapa del Distrito Veintiséis de Octubre Provincia Piura Departamento Piura Celular 968180480 Email jp.lopezaita@gmail.com.

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código Penal concordante con el Art. 32° de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 29 de mayo, del 2019.


DNI N° 72514084

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación a hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de cuatro años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales –RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

Hoja de firmas del jurado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



**Facultad de Ingeniería Industrial
Escuela Profesional de Ingeniería
Industrial**



TESIS

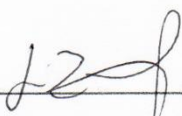
**“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE CULTIVO DE
LIMÓN BASADO EN MODELOS PREDICTIVOS DE
RENDIMIENTO AGRÍCOLA EN LOS VALLES: ALTO PIURA Y
SAN LORENZO, 2018”**

Línea de investigación:


Procesos Industriales

Sublínea de investigación:


**Optimización y mejora de los procesos de producción de bienes y
servicios**



Dr. Néstor Javier Zapata Palacios
(Presidente)



Dr. Alfredo Lázaro Ludeña Gutiérrez
(Secretario)



Mg. Teobaldo León García
(Vocal)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DECANATO



ACTA DE EVALUACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TESIS

Expediente N° 1683 / 2018

Los miembros del Jurado Calificador Ad-Hoc de la Sustentación de Tesis nombrado con Resolución N° 804-CF-FII-UNP-18 de fecha 21/09/2018 que suscriben, se reunieron en acto público en la sala de exposiciones de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura, el día **29 de Mayo del 2019** a las **11:00 am**, para evaluar la defensa de la Tesis titulada **"PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE CULTIVO DE LIMÓN BASADO EN MODELOS PREDICTIVOS DE RENDIMIENTO AGRÍCOLA EN LOS VALLES: ALTO PIURA Y SAN LORENZO, 2018"**, presentada por el Bachiller **JEAN PAUL LÓPEZ AITA** y asesorado por la MSc. **CORINA SANDOVAL MORALES**.

Después de haber calificado el Informe Final de la Tesis, escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado, se le declara APROBADO para optar el Título de **INGENIERO INDUSTRIAL** con el puntaje de 73 que corresponde al calificativo de MUY BUENO.

Jurado	Presidente	Secretario	Vocal	Puntaje Promedio
Calificación				
Documento (Max 60 puntos)	42	47	37	42
Sustentación (Max 40 puntos)	32	38	24	31
PUNTAJE TOTAL				73

En consecuencia, el sustentante queda en condición de recibir el Título Profesional que se indica, conferido por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura de conformidad con las Normas Estatutarias y la Ley Universitaria en vigencia.



Ciudad Universitaria, 29 de Mayo del 2019

Dr. NÉSTOR JAVIER ZAPATA PALACIOS	Dr. ALFREDO LÁZARO LUDENA GUTIERREZ	Mg. TEOBALDO LEÓN GARCÍA
PRESIDENTE	SECRETARIO	VOCAL

Dedicatoria

Dedico mi trabajo de investigación en primer lugar a Dios,
quien es mi guía y mi fortaleza.

A mis padres, por su amor, paciencia, trabajo y sacrificio
en todos estos años de preparación.

Agradecimientos

Agradezco a mis docentes y a mi asesor quienes demostraron vocación y sapiencia en mi formación y sugerencias del presente trabajo.

ÍNDICE

Hoja de firmas de ejecutores	¡Error! Marcador no definido.
Declaración jurada de originalidad	iii
Hoja de firmas del jurado	iv
Acta de sustentación.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimientos	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA	16
1.1. Descripción de la realidad problemática	16
1.2. Justificación e importancia de la investigación.....	17
1.3. Objetivos	18
1.3.1. Objetivo general	18
1.3.2. Objetivos específicos	18
1.4. Delimitación de la investigación.....	18
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de la investigación	19
2.1.1. A nivel internacional.....	19
2.1.2. A nivel nacional	20
2.1.3. A nivel regional	20
2.2. Bases teóricas	20
2.2.1. Descripción del limón	20
2.2.1.1. Generalidades del limón	21
2.2.1.2. Taxonomía.....	21
2.2.1.3. Materia vegetal	21
2.2.1.5. Características del limón.....	27
2.2.2. El limón en el norte peruano	29
2.2.2.1. Tipos de limón.....	29
2.2.2.2. Exportación de limón.....	30
2.2.2.3. Limón en el valle de San Lorenzo	34
2.2.3. Principales factores agrícolas.....	34
2.2.4. Cultivo, tecnología y producción de limón	37

2.2.4.1. Propagación	37
2.2.4.2. Desinfección del suelo	38
2.2.4.3. Preparación del terreno	39
2.2.4.4. Diseño de la plantación.....	41
2.2.4.5. Manejo agronómico	42
2.2.4.6. Plagas y enfermedades.....	47
2.2.4.7. Cosecha y manejo de la fruta	48
2.2.5. Industrialización	49
2.3. Glosario de términos básicos	50
2.4. Marco referencial.....	55
2.5. Hipótesis.....	55
2.5.1. Hipótesis general	55
2.5.2. Hipótesis específicas.....	55
2.6. Definición y operacionalización de variables	57
III. MARCO METODOLÓGICO.....	58
3.1. Enfoque y Diseño	58
3.2. Sujetos de la investigación.....	59
3.3. Métodos y procedimientos.....	60
3.4. Técnicas e instrumentos.....	60
3.5. Aspectos éticos	61
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1. Resultados	62
4.2. Discusión.....	70
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS	76
Anexo N° 01: Matriz de consistencia	76
Anexo N° 02: Hoja de recolección de datos	78
Anexo N° 03: Datos	79
Anexo N° 04: Constancia de recolección de datos	81
Anexo N° 05: Acta de Constitución del Proyecto basado en el PMBOK 6ta edición (2017)	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Estadísticos descriptivos de la producción, capital, trabajo y tierra.	62
Tabla 4.2. Resumen del modelo de regresión lineal múltiple.	63
Tabla 4.3. ANOVA ^a del modelo de regresión lineal múltiple.	63
Tabla 4.4. Coeficientes ^a del modelo de regresión lineal múltiple.	63
Tabla 4.5. Resumen del modelo de regresión de Cobb-Douglas.	65
Tabla 4.6. ANOVA ^a del modelo de regresión de Cobb-Douglas.	65
Tabla 4.7. Coeficientes ^a del modelo de regresión de Cobb-Douglas.	66
Tabla 4.8. Requerimientos generales de inversión en infraestructura y materiales.	69
Tabla 4.9. Matriz de trazabilidad para el cumplimiento del proyecto.	84
Tabla 4.10. Abastecimiento de diques y reservorios artificiales a construir.	85
Tabla 4.11. Cronograma de actividades de construcción e implementación.	90
Tabla 4.12. Costo de materiales de implementación por parcela de 11,04 Ha.	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Principales países productores de limón.....	25
Figura 2.2. Valor nutricional.	28
Figura 2.3. Exportación de limón en unidades de peso.....	31
Figura 2.4. Exportación de limón de empresas peruanas.	31
Figura 2.5. Importadores del limón peruano.....	32
Figura 2.6. Importadores del limón peruano.....	32
Figura 2.7. Exportación de limón Tahiti de empresas peruanas.	33
Figura 2.8. Exportación de limón Tahiti según países de destino.	33
Figura 2.9. Gradeo y surcado.	40
Figura 2.10. Marcado de parcelas.....	41
Figura 2.11. Patrones del limón.....	42
Figura 2.12. Corrección de tallo.	42
Figura 2.13. Desbrote.	43
Figura 2.14. Ramas enfermas.	43
Figura 2.15. Extracción de ramas enfermas.....	44
Figura 2.16. Extracción de ramas gruesas.	44
Figura 2.17. Podación mecánica para mejorar la luminosidad.....	45
Figura 4.1. Secuencia de toneladas producidas y pronosticadas de la regresión lineal múltiple.....	64
Figura 4.2. Secuencia de la transformación de toneladas producidas y pronosticadas de la regresión de Cobb-Douglas.....	67
Figura 4.3. Instalación de riego parcial de raíces	89
Figura 4.4. Funcionamiento de la instalación de riego parcial de raíces.....	89
Figura 4.5. Construcción del tanque reservorio.....	91
Figura 4.6. Filtro azud del tipo “T”.....	92
Figura 4.7. Filtro conector para mezclador.....	92
Figura 4.8. Conector “y” de la válvula de la sección.....	94
Figura 4.9. Válvula del filtro principal	94
Figura 4.10. Bomba sumergible en pozo.....	94
Figura 4.11. Tuberías PVC	96
Figura 4.12. Tubería de polietileno y goteros	96

RESUMEN

La investigación titulada “PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE CULTIVO DE LIMÓN BASADO EN MODELOS PREDICTIVOS DE RENDIMIENTO AGRÍCOLA EN LOS VALLES: ALTO PIURA Y SAN LORENZO, 2018” parte de la problemática de inestabilidad de inversión en este sector y principalmente en este fruto, a pesar del reconocido potencial en el mercado local, nacional e internacional persisten los problemas de falta de control de las áreas de siembra y cosecha manifestándose en la producción de limón y en los ingresos de las comunidades agrícolas.

El objetivo que se plantea es “Diseñar una propuesta de implementación tecnológica basada en los factores agrícolas que deben considerarse para optimizar el proceso de producción de limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo”, para el alcance de este objetivo se utilizó un enfoque cuantitativo, diseño no experimental, nivel explicativo y tipo aplicado, considerando un tamaño de muestra de 36 meses entre enero del año 2015 hasta diciembre del año 2017 recogiendo datos de la producción de limón, así como de los factores agrícolas que intervinieron.

La investigación logró demostrar a través de un modelo de regresión lineal múltiple y el modelo de Cobb-Douglas, que los factores que afectan en la producción son el área sembrada, mano de obra, recurso hídrico y la temperatura, por lo tanto, deberían ser tomados en cuenta para diseñar un sistema de riego mixto (riego parcial de raíces y riego por goteo) que permita una mejor administración del agua, fertilizantes y mano de obra y una producción más homogénea del limón y con mejores características, el monto de dicho proyecto tiene una valoración que asciende a los \$2.030,82 dólares americanos para la implementación de cada 11,04 ha.

Palabras clave: Producción de limón, factores agrícolas, riego tecnificado.

ABSTRACT

The research entitled "PROPOSAL TO IMPROVE THE LEMON CULTIVATION PROCESS BASED ON PREDICTIVE MODELS OF AGRICULTURAL PERFORMANCE IN LOS VALLES: ALTO PIURA AND SAN LORENZO, 2018" is part of the problem of investment instability in this sector and mainly in this fruit, Despite the recognized potential in the local, national and international markets, the problems of lack of control of the sowing and harvest areas persist, manifesting themselves in the production of lemon and in the income of the farming communities.

The objective is to "Design a proposal for technological implementation based on agricultural factors that should be considered to optimize the process of lemon production in the valleys of Alto Piura and San Lorenzo", for the purpose of this objective an approach was used quantitative, non-experimental design, explanatory level and applied type, considering a sample size of 36 months between January 2015 until December 2017 collecting data on the production of lemon as well as the agricultural factors that intervened.

The research was able to demonstrate, through a multiple linear regression model and the Cobb-Douglas model, that the factors that affect production are the area sown, labor, water resources and temperature, therefore they should be taken in account to design a mixed irrigation system (partial root irrigation and drip irrigation) that allows a better administration of water, fertilizers and labor and a more homogeneous production of the lemon and with better characteristics, , the amount of said project has an appraisal amounting to US \$ 2,030.82 for the implementation of each 11.04 ha.

Key words: Production of lemon, agricultural factors, technified irrigation.

INTRODUCCIÓN

La Región Piura, es un territorio de eminente productividad agrícola debido a la riqueza de sus suelos, la dotación de valles e importantes reservorios y un clima favorable con lluvias temporales, la utilización de estas condiciones se ve aprovechada por la población que de manera tecnificada o no, desarrolla la actividad de la agricultura ya sea por tradición, cultura o emprendimiento, generando así el 37% de ingresos de la población económicamente activa de la región (INEI, 2015).

La economía regional gira en torno al sector agrícola por las propiedades antes mencionadas, sin embargo, la agroindustria cada vez más tecnificada contribuye a la disminución de mermas, maximización de la producción, disminución de tiempos y mayor control sobre los cultivos, además la industrialización de los mismos, otorga un valor agregado generando mayores riquezas y permanentes.

Los cultivos que se vienen produciendo en la región Piura principalmente son de naturaleza alimenticia en los grupos frutales (46,9%) y cereales (46,1%), seguido se encuentran los cultivos con fines industriales (4,0%), luego tubérculos (2,2%) y finalmente menestras y hortalizas (0,4%), a nivel nacional es la región con mayor producción de limón y mango (MINAGRI, 2013).

La investigación que se propone, tiene por finalidad diseñar una propuesta de mejora para la productividad del cultivo de limón haciendo uso de la tecnología y/o reorganizando los procesos y flujos actuales que perjudican la producción, para la correcta inversión y disposiciones del campo de actuación se requiere conocer el comportamiento de los factores agrícolas para no incurrir en recomendaciones que conlleven a pérdidas de los agricultores.

Para dar una perspectiva más clara del contenido del trabajo a continuación se describen los capítulos y la información contenida, así se tiene que:

El capítulo I contiene la redacción del problema de investigación en el cual se describe la situación resumiendo la intencionalidad del estudio en la siguiente pregunta ¿Qué implementaciones tecnológicas y factores agrícolas deben considerarse en la producción del limón para la optimización del proceso en los valles del Alto Piura y San Lorenzo? a la vez se describe la justificación, se precisan los objetivos y se delimita la investigación.

En el capítulo II se desarrolla el marco teórico de la investigación, los antecedentes tanto internacional, nacional como regional además se propone una recopilación de las teorías que respalden y sean base de la investigación, después de esta revisión se recogen todos los términos que son imprescindibles en la investigación, se detalla el marco referencial acorde a la realidad zonal y las normas y leyes vigentes, tras la adquisición de este conocimiento se responde a los problemas planteados a través de hipótesis, finalmente se pone en detalle la definición operacional e interacción de variables mediante la tabla-matriz de operacionalización de variables.

En el capítulo III se detalla la metodología de la investigación que comprende el enfoque, diseño, nivel y tipo de investigación, luego en el apartado de sujetos de investigación se manifiesta la

población y muestra, seguidamente se expone la manera de realización de la investigación a través de los métodos, procedimientos, las técnicas e instrumentos, finalmente para darle rigor científico y comprometerse a una investigación original se redactan los aspectos éticos.

El capítulo IV contempla los resultados de la investigación y la propuesta. Seguido de la discusión, conclusiones y recomendaciones. Posteriormente, se encuentra la bibliografía y tras este, los anexos que contiene la matriz de consistencia e instrumentos para la recolección de los datos y otros resultados propios del proceso de análisis.

I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Piura es actualmente la principal región productora de limón del Perú con 16 904 ha cultivadas tal como lo indica el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), asimismo los territorios de mayor cultivo de limón en Piura son: Valle de San Lorenzo con 9 738 ha de limonero, luego Sullana cuenta con 4 108 ha y Chulucanas con 1 445 ha (Correo, 2018).

El limón es considerado un cultivo permanente, debido a que su siembra y cosecha se da durante todo el año, sin embargo, es en los meses de enero y junio cuando se tiene mayor cosecha, representando así el 60% a nivel nacional, el limón es un fruto muy rentable debido a que su periodo vegetativo es de tres años y la vida económica del cultivo es de aproximadamente 15 años. Los Valles del Chira y Bajo Piura están privilegiados por el paso de los ríos Chira y Piura; alcanzando un total de 35 000 y 45 000 ha bajo riego respectivamente, el Reservorio de Poechos tiene un papel protagónico en esta función con una capacidad efectiva de más de 750 millones de metros cúbicos. Con respecto al Valle de San Lorenzo éste cuenta con una capacidad de almacenamiento de 250 millones de metros cúbicos y el Valle del Alto Piura no cuenta con esta capacidad para regular el riego. Dadas estas condiciones las técnicas de riego se basan en el uso de pozos tubulares y semi tubular, así como la agricultura de secano o temporal (CIPCA-Perú, 2010).

Las zonas frutícolas del Alto Piura, el Chira y San Lorenzo ofrecen variedad de cultivos, que están muy orientadas al volumen de producción que direcciona la cosecha, así como las estaciones climáticas, sin embargo, el factor hidrológico siempre juega un rol importante y es decisión del Gobierno Regional y el Ministerio de Agricultura y Riego el destino de los reservorios para la actividad agrícola.

A pesar de lo anterior, cabe indicar que frente a la situación desprovista del recurso hídrico por el déficit de precipitaciones pluviales no permite se desarrolle plenamente la producción de esta fruta. Los reservorios no han mejorado como se amerita en los niveles técnicos de almacenamiento del recurso hídrico, cuya situación había obligado a la restricción del agua para la atención de los cultivos instalados en los valles Medio y Bajo Piura, Chira y San Lorenzo, requiriéndose actualmente el mecanismo de pases (riegos) ligeros, con el fin de salvar áreas que se encuentran en riesgo de pérdida. La misma situación ha ocurrido con los cultivos permanentes y semipermanentes de mango, plátano y otros; en el caso del valle de San Lorenzo se dispuso la atención del 40% de la asignación normal del recurso hídrico y en los valles Medio y Bajo Piura y Chira no se llegó a atender la totalidad, con la finalidad de reducir los impactos negativos por la falta de riego. En este sentido el limonero en zonas alejadas al agua y ante la necesidad de ésta ha generado la caída de frutos y la defoliación de las plantas (Sector Carneros – San Lorenzo) (Chinchay, 2007).

Como se mencionó inicialmente, Piura es líder a nivel nacional en la producción de mango y limón, en el caso del cítrico, tuvo una participación del 55,8% en el 2015. En el departamento existen más de 16 mil ha destinadas para este cultivo, a pesar de esta disposición el rendimiento es de 10 TM/ha, como promedio, lo que demuestra las deficiencias técnicas y tecnológicas que impiden alcanzar al menos 20 TM/ha, la demanda supera enormemente la producción del limón debido a que se trata de un producto utilizado tanto con fines de consumo humano conocido como “en fresco” que hace

referencia a la utilidad gastronómica (40% de la producción), así como con fines industriales o de valor agregado (60% de la producción) (MINCETUR, 2017).

Por lo tanto, es conveniente la implementación de tecnologías de producción agrícola que se desarrollen acorde a las características ambientales, no solo implica mayor inversión sino cuándo y cómo invertir, de esta manera se proporcionará una guía de desarrollo para mejorar los volúmenes de la producción de limón.

Pregunta general

Considerando la realidad problemática antes mencionada, la investigación tiene como problema a abordar aumentar la producción actual de limón de 10 TM/ha en los valles del Alto Piura y San Lorenzo mediante el diseño de una propuesta de optimización basada en técnicas y tecnología adecuada a los factores agrícolas que pueden suceder y afectar el cultivo en los siguientes años, de esta manera se puede analizar la factibilidad del proyecto y el riesgo de inversión basado en escenarios, por lo tanto la pregunta general de investigación es:

¿Qué implementaciones tecnológicas y factores agrícolas deben considerarse en la producción del limón para la optimización del proceso en los valles del Alto Piura y San Lorenzo?

Preguntas específicas

- i. ¿Qué factores agrícolas explican el pronóstico de la producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio?
- ii. ¿Cuál es el efecto del rendimiento promedio del limón con respecto a la inversión en tecnología utilizada en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio?
- iii. ¿Qué técnicas y tecnología debe implementarse para aumentar el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo?
- iv. ¿Cuál es la factibilidad de la propuesta de implementación de tecnología agrícola para aumentar el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo?

1.2. Justificación e importancia de la investigación

La investigación tiene justificación teórica debido a que parte de la teoría agroindustrial que la implementación tecnológica y las prácticas eficientes en el proceso de cultivo de limón pueden lograr una producción de al menos 20 TM/ha, además de ello para la evaluación se utilizan modelos teóricos y simulación tal como la función Cobb Douglas o mediante regresión multivalente en este sentido hace uso de las bases del conocimiento estadístico.

Con respecto a la justificación práctica y técnica por la naturaleza de investigación aplicada, el estudio debe contar con la utilización de procedimientos oportunos que significarán una guía para la posterior implementación en las zonas de cultivo de limón de los valles del Alto Piura y San Lorenzo, por ello parte del diagnóstico situacional y se anticipa a la elección correcta de procedimientos y tecnologías para desarrollar un formato documentado, basado en la realidad zonal.

La importancia del estudio reside en proporcionar información coherente y necesaria para el alcance de los objetivos de producción agrícola dado que se trata de la principal actividad económica de la región y esta puede ser mejorada en el cultivo de limón, además en el proyecto se establecen acciones responsables con el medio ambiente y en preservación de los nutrientes de la tierra para las posteriores épocas de cultivo y cosecha.

De esta manera también serán beneficiados: en primera instancia los empresarios, propietarios y rentistas de terrenos así como agricultores en los valles del Alto Piura y San Lorenzo, luego el Ministerio de Agricultura y Riego, las empresas locales que se dedican a la producción de este producto, la venta local, exportación e industrialización y también el mercado que consume el producto. Por lo tanto, el beneficio está directamente relacionado a un plano laboral, tecnología, seguridad, economía, medio ambiente y productividad de las áreas destinadas a la siembra y cosecha del limón.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta de implementación tecnológica basada en los factores agrícolas que deben considerarse para optimizar el proceso de producción de limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo.

1.3.2. Objetivos específicos

- i. Elaborar modelos predictivos a partir de los factores agrícolas que explican el comportamiento de la producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio.
- ii. Determinar el efecto del rendimiento promedio del limón con respecto a la tecnología utilizada en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio.
- iii. Proponer las técnicas y tecnologías necesarias para aumentar el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo.
- iv. Determinar los costos de la ejecución de la propuesta de implementación de tecnología agrícola para aumentar el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo.

1.4. Delimitación de la investigación

La investigación se encuentra delimitada con respecto al espacio, dado que se desarrolla en un área que corresponde a la ubicación y extensión de las zonas destinadas a la siembra de limón, con respecto a los recursos hídricos, la investigación está sujeta al análisis según la disponibilidad de agua que se obtiene para el fin antes mencionado y con respecto a la información se tomará información mensual que se proporcionó por el Gobierno Regional de Piura y Ministerio de Agricultura a través de la Dirección Regional de Agricultura.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

Castillo (2005) en su tesis titulada “Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización del limón, en el municipio del jícaro, departamento del progreso Marvin”. El cual tuvo como objetivo general crear un proyecto económico de producción y comercialización del limón, para generar utilidades. Así utilizando la metodología de proyectos primero se realizó un estudio de mercado en donde se investigaron los antecedentes históricos, la descripción del producto, sus características, el producto en el mercado, y un análisis de la oferta y la demanda, su comercialización y análisis de precios. Luego se efectuó un estudio técnico donde se describió el diseño del mismo, la capacidad instalada, la tecnología a utilizar, el requerimiento de agua, la memoria hidráulica, etc. También se efectuó un estudio financiero en el cual se presentan las inversiones iniciales, los costos y los ingresos del mismo, los indicadores financieros como: el flujo de caja, valor actual neto, tasa interna de retorno, tasa beneficio costo, periodo de recuperación de la inversión, tasa promedio de utilidad, etc. para ver la rentabilidad del mismo, luego se realizó un estudio económico donde se involucra variables económicas como la inflación, el análisis de sensibilidad, etc. El estudio administrativo y legal determina las funciones principales de la administración, su estructura organizacional, su misión, visión, objetivos, estrategias, aspectos legales de comercialización en el mercado nacional y extranjero. También se describió un panorama del riego en Latinoamérica, y por último se realizó un estudio de gestión ambiental del impacto positivo de transformar la actual tierra en un mejor medio ambiente.

Rivera & Siguenza (1999) en su tesis “Producción del limón Tahití en la provincia de los Ríos y su comercialización hacia el mercado Estadounidense” El proyecto se trata de la factibilidad de inversión, producción y comercialización del limón Tahití, se han analizado las condiciones que permiten ver la viabilidad del proyecto. Los objetivos más importantes de este proyecto fue conocer el proceso de cultivo de limón Tahití y determinar las características del mercado estadounidense. Para cumplir estos objetivos, se realizó una investigación exploratoria, es decir, se recopilaron los datos básicos, necesarios para obtener una perspectiva sobre el cultivo del limón Tahití. Además se realizó una investigación concluyente, la cual sirvió para suministrar la información necesaria para la investigación de este proyecto. Se utilizó fuentes de información secundaria como es: revistas, periódicos, publicaciones, reportajes, estadísticas, etc.

Como resultado de esta investigación se obtuvo que la disponibilidad de mano de obra era calificada y barata para el cultivo de esta variedad de limón. La implementación de la producción. La hacienda se abasteció de insumos de primera calidad, para poder proveer a la fruta de todos los nutrientes necesarios para su buen desarrollo. Las condiciones climáticas y geográficas son favorables para obtener una cosecha durante todo el año.

En el mercado estadounidense el producto se comercializa a precios muy convenientes, brindando facilidades para que nuestro producto pueda entrar al mercado estadounidense.

El desarrollo de este cultivo es a mediano plazo dando la oportunidad de recuperar en la primera cosecha la inversión que fue necesaria para la producción de limón.

2.1.2. A nivel nacional

Yagui & Rodríguez (1993) en su proyecto titulado “Desarrollo Agroindustrial para un grupo Empresarial Dedicado a la Industrialización de Limón” El presente estudio analiza la situación de un grupo de empresarios dedicado a la industrialización del limón para exportación en Piura, el mismo que durante los últimos años ha obtenido índices de rentabilidad cada vez menores, de ahí su preocupación por encontrar alguna alternativa estratégica que revierta esta tendencia y le permita permanecer en el mercado de exportación. En ese sentido el trabajo se orienta a la realización de un diagnóstico interno del grupo empresarial, a partir de lo cual se delimiten los posibles cursos de acción susceptibles de implementarse. En primer término se desarrolla una investigación exploratoria sobre el problema analizado, partiendo de las causas de la existencia de tasas de rentabilidad decrecientes en los últimos años. Se utiliza el "diseño idealizado" propuesto por R. Ackoff para especificar el objetivo estratégico ideal y a base de entrevistas con actores claves, se determinan las variables relevantes para el análisis, entre las cuales se encuentran la productividad agrícola, el nivel de demanda de consumo directo, la oferta de limón industrial, el precio y la estacionalidad de la materia prima y la calidad.

2.1.3. A nivel regional

Gallo & López (2004) en su tesis titulada “El cultivo del limón sutil en el departamento de Piura. Estudio de caso: agro-exportación de limón sutil a los Estados Unidos” En esta tesis se ha abordado el estudio del sector del Limón Sutil en el Departamento de Piura, y sus posibilidades de exportación hacia Estados Unidos. En la primera parte se ha abocado el análisis, haciendo un estudio minucioso del sector del Limón Sutil en Piura, donde se debe mencionar que existe una sobreoferta en los meses de verano en Piura, presentando además las oportunidades de exportación de otros cítricos alternativos a USA, asimismo hacemos una comparación de la rentabilidad de USA con México, Europa y Asia, concluyendo que USA es la mejor alternativa para exportar el Limón Sutil debido su rentabilidad, sus gustos, y a los latinos en ese país. Finalmente, presentamos un plan o proyecto de agro exportación de Limón Sutil a los Estados Unidos. Donde se expone una estrategia tecnológica para la agro-exportación, operaciones del negocio y el *manegment team*. Igualmente se evalúa un análisis estratégico del mismo, se explica una estrategia inicial de lanzamiento de éste. También se realiza un estudio financiero y económico, con resultados favorables. A su vez se evalúa el impacto socio económico del proyecto, donde se mencionan las externalidades positivas que se generarían con la agro-exportación. En Piura los agricultores de Limón Sutil lograrían cobrar un mayor precio; gracias a la salida de 90 *container* anuales de limón al extranjero. Con esta disminución de oferta sube el precio. Además, gracias al *dumping* inverso que el proyecto realizaría no se pudriría el limón, o no se “tiraría al río”; se generarían divisas de la exportación al PBI de la Región Grau y se implementarían nuevos puestos de trabajo para los agricultores.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Descripción del limón

El limón es un cítrico que pertenece al género *Citrus* que tiene un lugar en la familia de las Rutáceas. Esta familia comprende más de 1.600 especies. Éste género botánico *Citrus* es el más importante y significativo del grupo, y se compone alrededor de unas 20 especies con frutos comestibles. El limonero es un pequeño arbusto de 3 a 6 m de estatura con ramas irregulares de corteza verde y provista de espinas cortas y fuertes. Las hojas son elípticas, curvadas, coriáceas de color verde brillante (5 – 10 cm), terminada en punta y con bordes ondulados o finamente dentado. Las flores

son excepcionalmente fragantes, con pétalos gruesos y blancos, a pesar del hecho de que normalmente tienen un tinte rosado en su cara externa. El fruto es llamado limón, de característica ovoide que termina en un mamelón y tiene una corteza de color amarillo pálido que puede ser lisa o rugosa. Es más susceptible al frío que la mayoría de los cítricos, por lo que su cultivo comercial se limita a zonas con temperaturas suaves de invierno (AMPEX, 2008).

2.2.1.1. Generalidades del limón

Es un cítrico de pulpa suave, jugosa, y perfumada. El fruto es de un tamaño mediano. Normalmente es de forma entre oval y circular. La corteza es delgada, de un tono amarillo verdoso que progresa a un tono amarillo intenso cuando el fruto deja el punto óptimo de maduración. En el interior encontramos una pulpa carnosa de tonos entre amarillo y verde, de sabor ácido y jugoso, separada por capas delgadas de color blanco. Además de ser una fuente de vitamina C, la medicina popular atribuye propiedades curativas al limón. Se dice que actúa como antibiótico natural y como controlador del nivel de colesterol (Davies, 1999).

2.2.1.2. Taxonomía

i.	Reino:	<i>Plantae</i>
ii.	División:	<i>Magnoliophyta</i>
iii.	Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
iv.	Subclase:	<i>Rosidae</i>
v.	Orden:	<i>Sapindales</i>
vi.	Familia:	<i>Rutaceae</i>
vii.	Subfamilia:	<i>Citroideae</i>
viii.	Tribu:	<i>Citreae</i>
ix.	Género:	<i>Citrus</i>
x.	Especie:	<i>Citrus × limón</i>

2.2.1.3. Materia vegetal

Hay cuatro grupos principales de limones en el mundo según CCI (2003), organizados por sus nombres científicos:

- a. ***Citrus Limón***, más conocido por sus surtidas variedades de Eureka, Lisboa y Génova, con forma elíptica con corteza de grosor mediana o delgada, en su mayor parte lisa, con pocas semillas y zumo ácido.
- b. ***Citrus lime Latifolia***, reconocida por sus variedades Tahití, Persa o Bears, de forma ovalada, redondeada en la base, de poca acidez, empleados generalmente para preparación de bebidas;
- c. ***Citrus lime Aurantifolia***, conocida como Sutil, Mexicano o Key lime, de aspecto redondo con nivel muy alto de acidez, no es consumido generalmente como fruta fresca, sino como complemento de bebidas y comidas.
- d. ***Citrus lime Limetta***, igualmente distinguida por sus surtidos variedades como: Fino, Verna o Lima dulce, con forma alargada, con cierres que terminan en punta, con pocas semillas, y frutos ligeramente ácidos.

a) Variedades en el mundo

1) Eureka

Árbol: tamaño y vigor medio con pequeñas y pocas espinas.

Frutos: tienen un tamaño que va desde mediano hasta grande y alcanzan unos 120 gramos de peso.

Forma: es oblonga o elíptica. Pequeño cuello en la base y mamelón apical fino, tal vez un par o ninguna semilla. Tiene corteza de un espesor medio y tiene tendencia a presentar ranuras. Zumo muy ácido, pulpa de color amarillo verdoso. Rápida producción. Muy cultivada en California, Australia, Sudáfrica, Argentina e Israel. Puede producir dos cosechas, la primera y más significativa se cosecha en un periodo igual que el de la variedad "Fino" o incluso un poco antes. Variedad muy productiva, con tendencia a fructificar en los extremos de las ramas. Es delicado al frío y a algunos insectos (Aznar & Fayos, 2006).

2) Lisbon

Árbol: muy vigoroso y rústico. Muchas espinas, las cuales producen daños en frutos y hojas.

Frutos: elevado número de semillas.

El follaje espeso permite que la fruta no quede tan descubierto. En el momento en que el árbol crece y se vuelve adulto, el adelanto del fruto es menor que en la variedad Fino. (Infoagro, 2007)

3) Verna

Árbol: vigoroso, fuerte, con pequeñas espinas.

Si esta variedad se injerta sobre el naranjo amargo, se va a presentar un exceso en la zona del injerto de la variedad con respecto al patrón, que con el crecimiento del árbol dará forma al "miriñaque", lo que frustrará la circulación de savia y abreviará la vida productiva del mismo.

Al ser la floración más extensa y diversa que la variedad Fino y al tener más flores estaminadas, la hace más propensa a los ataques de *Prays citri*.

Frutos: el peso es de alrededor de 130 gramos. Es de forma oval. Sombreado exterior amarillo extremo. Apenas hay semillas de corteza gruesa, lo que favorece el transporte y el cuidado. La piel del limón es de color amarillo claro, con menos fuerza que en la variedad "Fino", logrando el fruto uno o dos meses después de que éste. Si durante el verano, los frutos maduros permanecen en el árbol, el fruto puede ser víctima de *Ceratitis capitata*. Si el verano es más caluroso el fruto tiende a adoptar un tono verde.

Recolección de febrero a junio. Una de sus principales ventajas es que fructifica en verano, cuando los limones se vuelven escasos en los mercados europeos. A pesar del hecho de que tiene dos brotes, el segundo rendimiento es de menor calidad y el aprovechamiento comercial es poco frecuente. Inclinación regular a la refluorescencia, especialmente si ocurre en medio del desarrollo el cultivo se produce algún desequilibrio con respecto a la naturaleza del agua o si el árbol tiene pocos productos de la recolección fundamental.

4) Fino

Árbol: excepcionalmente fuerte y vigoroso, con un tamaño muy grande. Tendencia a la emisión de brotes con espinas.

Frutos: tiene tamaño mediano y un peso de unos 110 gramos. De forma variable; pueden ser redondos u ovalados. Con mamelón corto y puntiagudo, sin cuello en la base, con mayor cantidad de semillas, piel más esbelta y mayor contenido de jugo que el surtido Verna.

La primera cosecha se da en primavera y en la segunda temporada (octubre-febrero). Extremadamente desarrollado y cultivada en Argentina, Uruguay, España e Italia.

Es una variedad más dotada que la mencionada anteriormente, por lo que debe desarrollarse en zonas cálidas, sin riesgo de frío. Calidad increíble para un consumo en fresco y para el negocio. Su característica más imperativa es la precocidad y su protección es menor que en la variedad Verna.

Los principales clones son:

- **Fino-49:**

Es un fruto con una calidad excelente y tiene recolecciones desde el inicio de octubre. La floración son poco re floreciente y fructificante en la parte interna del árbol. Tiene una producción más alta debido a su unión en el injerto del patrón *C. macrophylla*. Es un árbol extremadamente resistente, con vegetación espinosa y compacta, que tiene un rápido paso hacia la producción.

El fruto es simétrico mostrando un mamelón algo pronunciado y la ausencia de collar. La corteza es de grosor medio y la piel es lisa y de color amarillo claro, por lo que no es difícil desverdecir en las condiciones principales.

- **Fino-95:** fruto de calidad inferior al Fino anterior y de menor producción, sin embargo puede cosecharse y recolectarse unos 15 días antes. Está influenciado por el frío de primavera. Es adecuado para las zonas tempranas.

- **Verna-50:** selección más difundida. Reacciona a los atributos generales de la variedad Verna, con algunos contrastes: el Verna-50 es más vigoroso, productivo, tiene una mayor rapidez en entrar a la producción, tiene más espinas, no presenta tanto reflorescencia sino más floración agrupada y con una tendencia a fructificar en el dentro.

Tiene un elevado contenido en zumo y básicamente no tiene semillas. En el caso de que se cultivara sobre *C. macrophylla* tiende a dar frutos un poco más gruesos.

- **Verna-51:** fruto mejor conformado con el collar y mamelón más reducido que el Verna-50. Es más beneficioso, la forma y estado del fruto es más interesante desde el punto de vista monetario

- **Verna-62:** es el que tiene espinas más largas, teniendo la capacidad de provocar destríos más prominentes en los frutos, además tiene las hojas más pequeñas que las otras dos determinaciones. Es el que tiene los frutos de mayor tamaño y con una mayor concentración en zumo y un sombreado externo más verdoso.

5) **Femminello**

Esta variedad incorpora a diferentes selecciones de limones de tamaños medianos, corteza bastante gruesa y contenido en zumo menor que otras variedades, pero más ácido. La cantidad de semillas existente depende de la cosecha.

Es la variedad de mayor representatividad en Italia con alrededor del 60% de la producción en esa nación. Es retratado por una refluorescencia comprobada.

El fruto es de tamaño mediano, corto y circular, ajustado en la base, mamelón pequeño e insensible, y pocas semillas. Fruto de color amarillo en el desarrollo.

Corteza de espesor medio, superficie algo lisa, finamente moteada con porosidades hundidas, adheridas fuertemente.

El árbol es vigoroso y tamaño típico y casi sin espinas; hojas de tamaño medio; muy productivo. Es poco adaptado a los tratamientos de forzado (Instituto de Ecología y Sistemática, 1999).

6) **Persa**

La Lima persa, conocida como el Limón persa o "Tahiti" (*Citrus latifolia* Tan.), es la mejor comprada entre las limas ácidas, sus frutos son más grandes que los del registro "mexicano" y necesita semillas, ya que es un triploide, y además es más fácil de reunir en el momento de cosechar, debido a su menor cantidad de espinas.

El árbol es de naturaleza apagada, con ramas que tienden a posarse en el suelo. Alcanza una estatura de 6 a 7 m. Su tronco es corto y sus ramas se desarrollan en unos rodamientos por lo que es importante realizar una poda programada. Hojas tenaces, ovaladas, elípticas dentadas, gruesas, fragantes, con pecíolo descubierto y un verde brillante. En general, pequeñas flores de un tono blanco rosado, bastante fragante y normalmente se presenta en manojos y brotes.

Los frutos sin semilla, son ligeramente ovalados de 5 a 7 cm de largo y de 4 a 6 cm de diámetro. Normalmente son más grandes que las del limón nacional o "criollo", son de color verde a verde apagado. El desarrollo y los cambios a amarillo cuando se ha terminado el desarrollo, su peso es de 50 a 100 gr. La piel es delgada y la pulpa no contiene semillas.

En la siguiente figura se visualizan los países donde se producen las principales variedades del Limón, siendo Eureka el más difundida en el mundo. Esta variedad se cultiva en: China, India, Estados Unidos, Argentina, Chile, Israel, Uruguay, Reino Unido, Irán y España, entre otros. La segunda variedad más difundida corresponde al Limón Tahití, que se desarrolla generalmente en: Brasil, India, Turquía, México, Colombia, y Perú. El Limón Sutil se cultiva en su mayor parte en México, Perú, y Brasil. El Limón Verna se cultiva principalmente en España y en menor medida en Turquía y Argentina (Cárdenas, 2013).

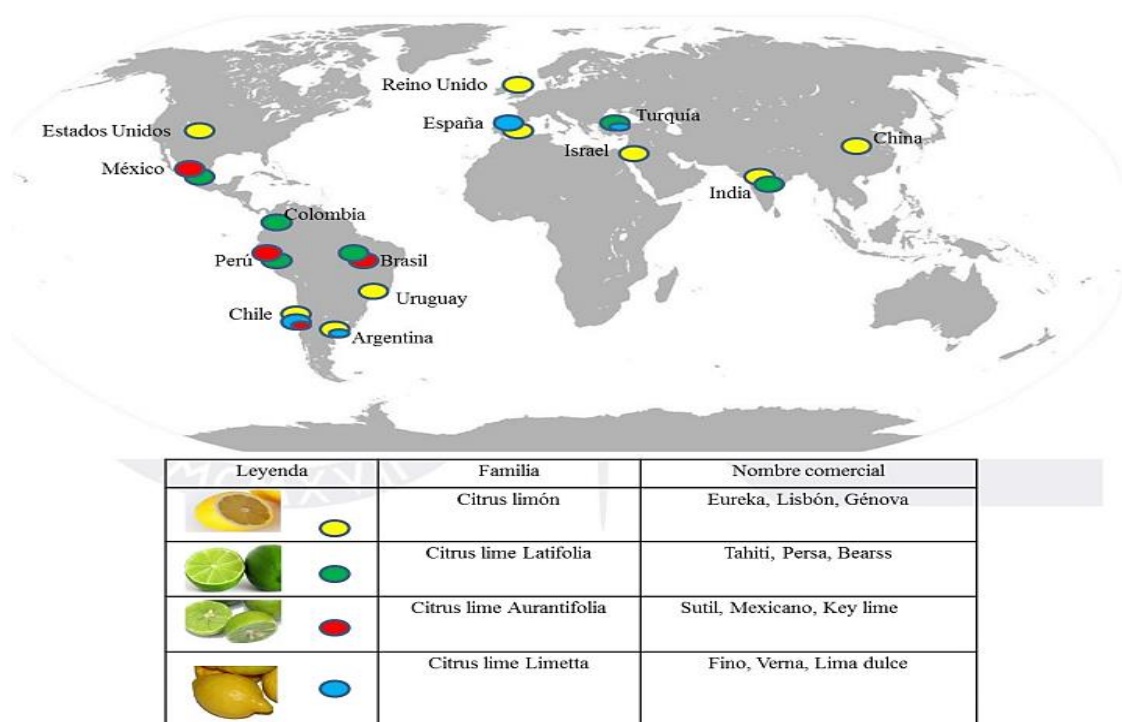


Figura 2.1. Principales países productores de limón.
Fuente: Planeamiento Estratégico del Limón (Cárdenas, 2013).

b) Patrones

Ventajas que confiere el uso de patrones:

1. Precocidad en la producción.
2. Mayor uniformidad y consistencia de la plantación (muy importante en citricultura moderna).
3. Da cierto control sobre la calidad y cantidad de la cosecha para una variedad similar.
4. Adaptación a problemas físico-químicos del suelo (salinidad, asfixia radicular, sequía).
5. Resistencia a plagas y enfermedades (*humedad*) (Cárdenas, 2013).

El naranjo comenzó a utilizarse como un pie, hasta la presencia del virus tristeza. En este momento hay varios patrones que tienen gran similitud, aunque de vez en cuando el patrón desarrolla más que la variedad, dando forma a las "mariñagues". No se cuenta con patrones enanizantes (el que tiene la menor energía es *P. Trifoliata*), que es la razón por la que la adquisición de ellos es uno de los destinos del cambio para lograr la mejora

Los patrones más utilizados son:

1. **Troyer y Citrange Carrizo.** El *Citrange Troyer* fue de los primeros patrones tolerantes que se presentó, aparte de ser tolerante a Tristeza, es vigoroso, rentable y productivo. Después se introdujo el *Citrange Carrizo*, el cual es muy similar al primero pero con algunas otras ventajas, considerándose más fuerte y resistente a *Phytophthora spp.*, a la asfixia radical, a los elevados porcentajes de caliza activa en el suelo y a nematodos, siendo así que las variedades injertadas sobre él son más productivas. Como sólo presenta ventajas tras ventajas, el *Carrizo* ha rezagado casi por completo al *Troyer*.

Son generalmente tolerantes a la cal dinámica, hasta 8 - 9% del *Troyer* y 10 -11% del *Carrizo*. Estas cualidades se estiman y se basan en numerosos elementos diferentes, siendo ideal que los terrenos hayan sido previamente comprometidos con el sistema de agua, utilización del sistema de agua de goteo, gran sustancia en la materia natural de la tierra, utilización de abonos acidificantes, compromisos intermitentes de quelatos de hierro y así sucesivamente. Son sensibles a la salinidad y no deben utilizarse cuando la conductividad de la inmersión eliminada es superior a 3.000 micromhos / cm y la fijación de cloruro es superior a 350 ppm. En el caso de que se espere que la salinidad se convierta en sulfatos, las conductividades soportadas podrían ser mayores. Es muy contradictorio con la variedad Eureka.

2. Mandarino Cleopatra. Era el pie tolerante más utilizado, y ahora solo se utiliza como parte de regiones con altos niveles de cal o problemas de salinidad. El vigor que induce sobre la variedad es más pequeña que otros pies y a pesar del hecho de que proporciona un producto de mucha calidad, el calibre y la piel es mejor, los componentes se deben considerar en algunas variedades. Tolerante a todas las infecciones conocidas. Genuinamente delicado para *Phytophthora spp.* además, para asfixiar la raíz, debe abstenerse de plantar en suelos o charcos. Está prescrito para plantarlo de manera confiable y para mantener una distancia estratégica desde donde los productores del sistema de agua mojan el compartimento de almacenamiento. A pesar del hecho de que de buenas características, los reportes demuestran una conducta esporádica, a veces de falta de mejora en los años primarios. En el limonero se presentan algunos problemas de un miriñaque pronunciado (Cárdenas, 2013).

3. Swingle citrumelo CPB 4475. Tiene la restricción de ser excepcionalmente sensible a la cal dinámica, causando una clorosis férrica sólida, por lo tanto no se planta en tierras con tasas de piedra caliza dinámica superior al 5%. Por lo demás, es un magnifico patrón, con gran vida y rentabilidad, paso rápido a la producción, magnífica calidad de frutos, sin embargo, retrasa la maduración. Es tolerante a todas las infecciones conocidas e impermeable a *Phytophthora spp.* además, nematodos. Es más tolerante a la salinidad que *Citranges* y extremadamente impermeable a la asfixia de la raíz.

4. Citrus volkameriana. Es un híbrido característico del limón. En los últimos años ha tenido un desarrollo impresionante debido a su increíble potencia, con una eficiencia rápida y excelente. Se utiliza ampliamente como parte de nuevas propiedades. Principales desventajas: baja calidad de frutos, a pesar de que promueve la maduración, moderada sensibilidad a *Phytophthora spp.* Y es más sensible a las heladas, pero no tanto como *C. macrophylla*. Es impermeable a la piedra caliza y respetablemente a la salina. Tolera el amargor, el exocortis y la psoriasis, pero es delicado para la xiloesporosis y para "*Woody Gall*". Tiene una buena conducta como patrón de un árbol de limón, con los que no forma miriñaques.

5. Citrus macrophylla. Igual que el naranjo amargo, patrón aprobado exclusivamente para los limoneros, más vivaz y productivo que este, sin embargo, sobre todo, se ve favorecido por su protección más notable contra la salinidad. Sensible a la xiloesporosis, al igual que a la asfixia de la raíz. Impermeable a *Phytophthora* y piedra caliza. Adelanta la maduración pero disminuye la calidad de la fruta. Es propenso a dar producciones de frutos de gran tamaño si la cosecha no es abundante. La mejora rápida del limonero en *C. macrophylla* produce una pobre lignificación de la madera del árbol; esto hace que las ramas se rompan debido a fuertes vientos o la sobrecarga de rendimientos expansivos. Debe abstenerse de plantar en zonas donde las temperaturas son normales por debajo de

-3 ° C, dependiendo de la fuerza del daño, principalmente, el período de temperaturas por debajo de 0 ° C y además el nivel de humedad (Cárdenas, 2013).

6. Naranja amarga. Gran conducta agronómica (cosechas satisfactorias y de gran calidad), gran protección contra heladas, pero con el inconveniente de que es extremadamente delicada a la tristeza, por lo que su utilización fue prohibida desde 1972, excepto en limonero, ya que es tolerante a la tristeza, claramente a la luz del hecho de que la infección no se duplica en las hojas del limonero, lo que impide el desarrollo de la enfermedad. Es resistente al resto de virosis. Con respecto al *C. macrophylla* y el *C. volkameriana* presenta las ventajas de una gran resistencia a la asfixia radicular, a *Phytophthora*, a *Armillaria* y a las heladas, con una mejor calidad de la fruta. Por el contrario, entra en la producción más tarde y no es tan rentable. Injertado en el surtido de Verna ofrece un sobre crecimiento en la unión, ofreciendo ascender a problemas de flujo de savia que disminuyen la vida y la producción del árbol, particularmente en los árboles de 6 y 7 años. Un enfoque para evitarlo es la intervención de la madera intermedia de naranja dulce o limonero.

2.2.1.5. Características del limón

Forma: Las hojas son elípticas, coriáceas y con el borde finamente dentado. El limón tiene una forma ovalada o elíptica, dependiendo de la variedad.

Tamaño y peso: Los limones se calibran en una escala de diámetros descendentes entre el 0 y 9, relacionando el 0 a un diámetro de aproximadamente 85 milímetros y el 9 a unos 30.

Color: El limón es un fruto con pigmento entre amarillo y verde, tiene una fuerte corteza que oculta una capa blanca insípida y esponjosa, su pulpa tiene un tono amarillento pálido y está formada por ocho o diez segmentos, secciones o gajos que encierran pequeñas pepitas.

Sabor: El sabor del limón es ácido y muy agradable

Su mejor época: El limón es accesible en nuestros sectores comerciales durante todo el año, según su variedad sin embargo se presenta un ligero descenso en la producción durante los meses de setiembre y octubre. La época de floración del limón es en marzo y abril, noviembre y diciembre (AMPEX, 2008).

Valor nutricional: El limón es uno de los productos, que no llama atención particularmente pero su consumo es regular y de mucha frecuencia especialmente en los hogares peruanos. Este fruto presenta una serie de cualidades que, por completo, conforman el ajuste satisfactorio para cumplir los deseos de los compradores, recibiendo en esta línea que es extraordinaria en su tipo y clasificación.

Si bien en algunos países el limón posee cierto grado de dulzura ello depende también de la cantidad de carbohidratos que contiene y el método utilizado al momento de plantar, razón por la cual la distinción del limón creado en este lado del hemisferio sur (Perú) tiene una prevalencia en los ácidos más bajos que en los azúcares, este es el propósito detrás de ese sabor poco común que lo retrata (Ríos, 2010).

COMPOSICIÓN	En cada 100 grs. de	
	Limón	Jugo de Limón
Agua %	87.3	97.5
Energía Kcal.	37	26
Proteínas gr	0.8	0.4
Lípidos gr	0.6	0.2
Glúcidos gr	9.6	7.6
Celulosa gr	1.2	
Calcio mg	16	7
Fósforo mg	13	9
Hierro mg	0.2	0.1
Potasio mg	120	100
Azufre mg		9
Sodio mg		2
Cloro mg		4
Magnesio mg		9
Vitamina B ¹ mg		0.04
Vitamina C mg	49-90	45

Figura 2.2. Valor nutricional.

Fuente: Producción de limón peruano (Ríos, 2010).

Usos del limón: El limón es uno de los frutos que puede ser utilizada de diferentes formas, una de ellas puede ser para la producción de limonada que viene a ser la dilución del zumo de limón en agua, mezcla a la cual se le agrega azúcar y que puede ser tomada con gran cantidad de hielo y resulta exquisita; actualmente se ofrece preparado y listo para beber en forma industrial el té con limón también por ser una bebida extremadamente refrescante.

Otro uso importante es como un aderezo en las comidas, el limón en este caso se convierte en el inseparable acompañante del pescado frito, lo que tiene repercusiones vitales en la estrategia de producción agrícola, motivado a que la demanda de limón suba de manera considerable en Semana Santa, por la tradición cristiana de no comer carnes rojas en esos días santos y sustituir esa fuente de proteínas por pescado que en consecuencia amplía el consumo de limón.

Como aderezo, el limón es usado para dar ese toque especial en las ensaladas de vegetales frescos, en combinación con aceite vegetal. También como aderezo puede aportar sabor a los sancochos independientemente si se trata de pescado, carne, pollo, etc.

La corteza de la fruta de limón sirve para hacer pasteles, al rallar la corteza de la fruta en la masa de las tortas le confieren un sabor especial. El dulce confeccionado con limones enteros es de amplia producción como en suspiros, gelatinas, helados, cremas y los diferentes postres también acostumbrados a prepararse con sabor a limón (Vanegas, 2002).

El uso medicinal del limón es destacable por la concentración de vitamina C, en este sentido es frecuente el consumo de té caliente con limón cuando presenta un resfriado, actualmente destaca el uso creciente de la cascara de limón en la confección de té que entre otras cosas reduce el colesterol en la sangre.

Para tomar bebidas alcohólicas, se usa en forma extensiva el limón, en este sentido México es el mayor cliente de limones en el mundo por la costumbre de acompañar el tequila con limón. En Brasil la Caipiriña se elabora en base a limón, agua ardiente y azúcar, la cual es la bebida más consumida en ese país, por otro lado en Chile y Perú destaca la presencia del limón en la confección del Pisco Sour. Al llegar al Caribe nos encontramos la famosa Cubalibre hecha con ron, refresco de cola y limón.

En resumen los usos de este fruto son destacable pues por el gran consumo que tiene esta fruta en Latinoamérica, que si bien es considerada una fruta se consume de una forma muy diferente a como se consume un mango, una naranja o un melón (Cillóniz, 2008).

2.2.2. El limón en el norte peruano

El limón sutil (conocido como *citrus aurantifolia swingle*), se origina en un árbol de poca altura, con varias ramas que tienen espinas pequeñas y afiladas; hojas igualmente pequeñas, circulares con bordes ligeramente dentados. Sus frutos son poco redondos, esférico, areola pequeña; piel delgada y pegajosa, de verde a amarillo a medida que avanza su desarrollo; pulpa verde excepcionalmente ácido y perfumado.

Proximidad de semillas

En la Costa Norte de nuestro país, en los departamentos de Lambayeque, Piura y Tumbes, se tienen excelentes condiciones de clima y suelo, para el desarrollo de Limón Sutil (*Citrus aurantifolia swingle*), cuyo aprovechamiento se produce consistentemente todo el año, generando una actividad fluida en el nivel económico y social.

En la Región Piura, aproximadamente 2.500 productores cosechan 13.500 hectáreas, cuyos rendimientos van desde 9 a 14 T/Ha, producción que está principalmente destinada al mercado nacional para su consumo fresco. En la actualidad, la empresa de propiedad privada está comprometida con la producción y la exportación a Chile y los Estados Unidos de limón sutil, aceite esencial y cáscara seca.

Los productores de limón de nuestros valles (San Lorenzo, Cieneguillo, y Chulucanas), en general, no dirigen sus plantaciones con una administración agronómica satisfactoria, sin tener en cuenta la estimación de los recursos de agua y tierra. De esta manera, las malas prácticas de preparación, sistema de agua, control de insectos y enfermedades son determinantes en la baja producción y naturaleza del producto orgánico, que ocasiona una baja productividad de la cosecha.

Por lo tanto, es importante trabajar profesionalmente con los agricultores, para que conozcan y acepten las excelentes prácticas de administración agronómica de limoneros y así entregar frutos con las medidas de calidad solicitadas por el mercado global.

2.2.2.1. Tipos de limón

1. Limón sutil (*citrus aurantifolia*)

Llamado ácido o lima gallega (*Citrus aurantifolia*, también llamado limón sutil, limón Ceuti, limón mexicano, limón peruano o limón de Pica) es un árbol producto orgánico de la familia *Citrus*.

Originario del sudeste de Asia; su trasfondo histórico proviene del persa [*Limu*]. Es un árbol de unos 5 metros de altura y el tronco generalmente desigual, que se extiende densamente.

Las ramas tienen cortas y duras espinas, con hojas aovadas entre 2,5 a 9 cm, es de sombreado verde claro como los de la naranja, en consecuencia su nombre latino *aurantifolia*. Las flores poseen gran aroma, son de color blanco amarillento, con una fina línea púrpura en los bordes, nacen en ramilletes de hasta 7 florecilla (Cillóniz, 2008).

Especificaciones Técnicas:

i.	Nombre científico:	<i>Citrus aurantifolia</i>
ii.	Origen :	Piura, Perú
iii.	Familia:	Rutácea
iv.	Variedades importantes:	Sutil
v.	Período vegetativo:	Noviembre - Junio
vi.	Época de siembra:	Todo el año
vii.	Época de cosecha:	Todo el año
viii.	Calibres:	38 , 40 , 43
ix.	Temperatura de conservación:	8°C
x.	Tiempo de vida:	40 Días

Hay otros surtidos cultivables de *Citrus aurantifolia* con grados fluctuantes de acidez y matices que van del verde al amarillo, por lo que en unas pocas naciones se les llama limón.

2. Limón tahití (*citrus latí folia*)

Tiene un lugar con la familia Rutáceas, subfamilia *Aurantioideae*, clase *Citrus*. Sus hojas son caracterizadas por estar unifoliadas, pecioladas, enteras, alternadas y aisladas por entrenudos en puntos axilares.

Entre la base del borde afilado de la hoja y el segmento distal del pecíolo se observa una articulación que aísla las dos estructuras, por lo que los factores, por ejemplo, la accesibilidad a la temperatura, luz y agua se corresponden con ciertas cualidades anatómicas de la madera y la estructura foliar de este producto orgánico (Aznar & Fayos, 2006).

2.2.2.2. Exportación de limón

Limón Sutil Perú Exportación 2018 Junio

Según AgrodataPerú, la exportación de limón Sutil al segundo trimestre del 2018 alcanzó los U\$ 1.858.697, cifra que está por debajo si comparamos el periodo del 2017 con U\$ 3.028.041 millones alcanzados. Sin embargo los precios a la baja alcanzan los U\$ 0,74 kilo promedio

MES	2018			2017		
	FOB	KILOS	PREC. PROM.	FOB	KILOS	PREC. PROM.
ENERO	394,810	527,530	0.75	252,919	339,993	0.74
FEBRERO	302,313	397,770	0.76	300,572	409,840	0.73
MARZO	383,095	531,262	0.72	262,463	328,897	0.80
ABRIL	361,572	472,724	0.76	453,489	606,828	0.75
MAYO	183,551	261,774	0.70	199,295	287,961	0.69
JUNIO	233,356	329,952	0.71	115,914	198,021	0.59
JULIO				132,381	121,260	1.09
AGOSTO				245,282	102,420	2.39
SEPTIEMBRE				384,103	164,782	2.33
OCTUBRE				177,666	124,056	1.43
NOVIEMBRE				334,930	342,938	0.98
DICIEMBRE				169,027	190,586	0.89
TOTALES	1,858,697	2,521,012	0.74	3,028,041	3,217,582	0.94
PROMEDIO MES	309,783	420,169		252,337	268,132	
% CRECIMIENTO	23%	57%	-21.7%	26%	6%	19.0%

Figura 2.3. Exportación de limón en unidades de peso.

Fuente: Limón Sutil Perú Exportación 2018 Junio (Agrodata Perú, 2018).

La exportación del limón sutil hasta junio del 2018 es liderada por la empresa de Agroexportaciones Machu Picchu SAC, la cual alcanzó ventas de 402 mil dólares, seguida de Limones Peruanos S.R.L con 398 mil dólares y en tercer lugar Limones Piuranos SAC con ventas de 228 mil dólares. Sin embargo para el mismo periodo del 2017, Limones Piuranos fue quien lideró en ventas (Agrodata Perú, 2018).

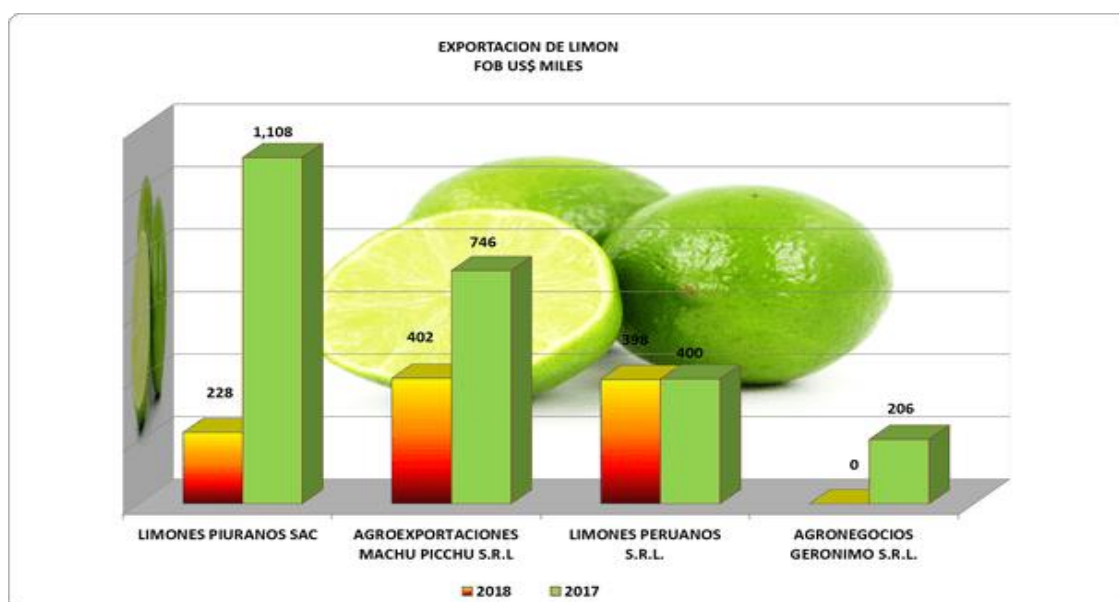


Figura 2.4. Exportación de limón de empresas peruanas.

Fuente: Limón Sutil Perú Exportación 2018 Junio (Agrodata Perú, 2018).

El principal destino de exportación del limón Sutil es Chile con 1, 465 mil dólares en ventas, Chile sigue siendo el principal destino desde el 2017.

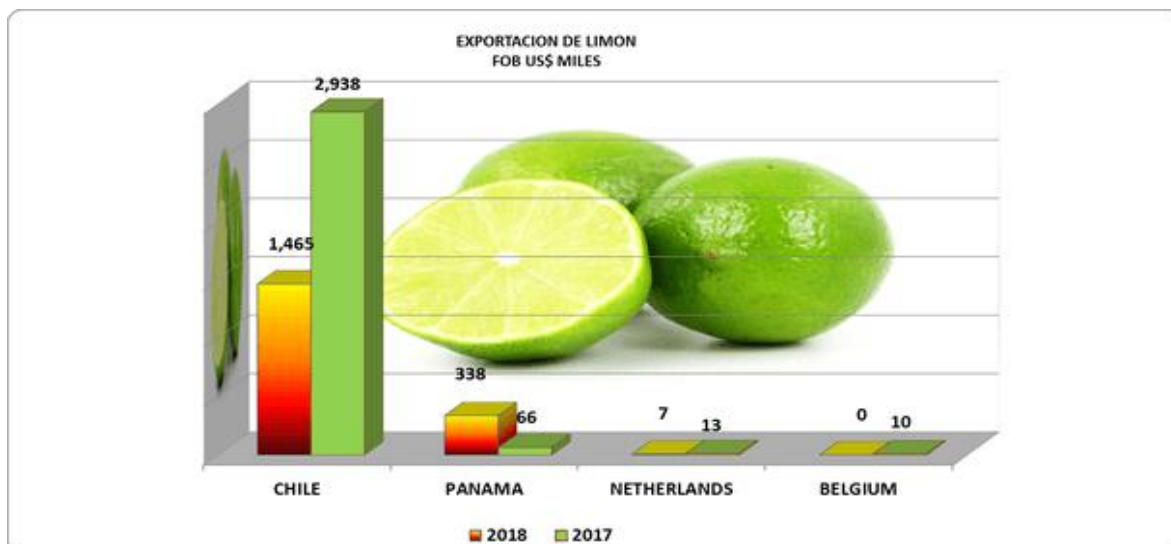


Figura 2.5. Importadores del limón peruano.

Fuente: Limón Sutil Perú Exportación 2018 Junio (Agrodata Perú, 2018).

Limón Tahiti Perú Exportación 2018 Junio

Según AgrodataPerú, la exportación de limón Tahiti al segundo trimestre del 2018 alcanzó los U\$ 4.459.695, cifra que está por encima si comparamos el periodo del 2017 con U\$ 3.577.825 millones alcanzados. Sin embargo los precios a la baja alcanzan los U\$ 0,97 kilo promedio (Agrodata Perú, 2018).

MES	2018			2017		
	FOB	KILOS	PREC. PROM.	FOB	KILOS	PREC. PROM.
ENERO	717,105	701,130	1.02	396,399	382,099	1.04
FEBRERO	891,795	835,746	1.07	437,536	469,744	0.93
MARZO	1,054,165	1,017,437	1.04	404,555	350,180	1.16
ABRIL	840,080	912,466	0.92	514,332	436,677	1.18
MAYO	542,421	630,654	0.86	444,207	420,786	1.06
JUNIO	414,129	504,672	0.82	124,391	140,853	0.88
JULIO				206,922	192,502	1.07
AGOSTO				68,616	75,456	0.91
SEPTIEMBRE				149,848	152,076	0.99
OCTUBRE				248,912	227,940	1.09
NOVIEMBRE				305,803	294,389	1.04
DICIEMBRE				276,304	256,953	1.08
TOTALES	4,459,695	4,602,105	0.97	3,577,825	3,399,655	1.05
PROMEDIO MES	743,283	767,018		298,152	283,305	
% CRECIMIENTO	149%	171%	-7.9%	48%	51%	-1.7%

Figura 2.6. Importadores del limón peruano.

Fuente: Limón Sutil Perú Exportación 2018 Junio (Agrodata Perú, 2018).

La exportación del limón Tahiti hasta junio del 2018 es liderada por la empresa de Limones Piuranos SAC con ventas que ascienden a los U\$ 1.061 millones.

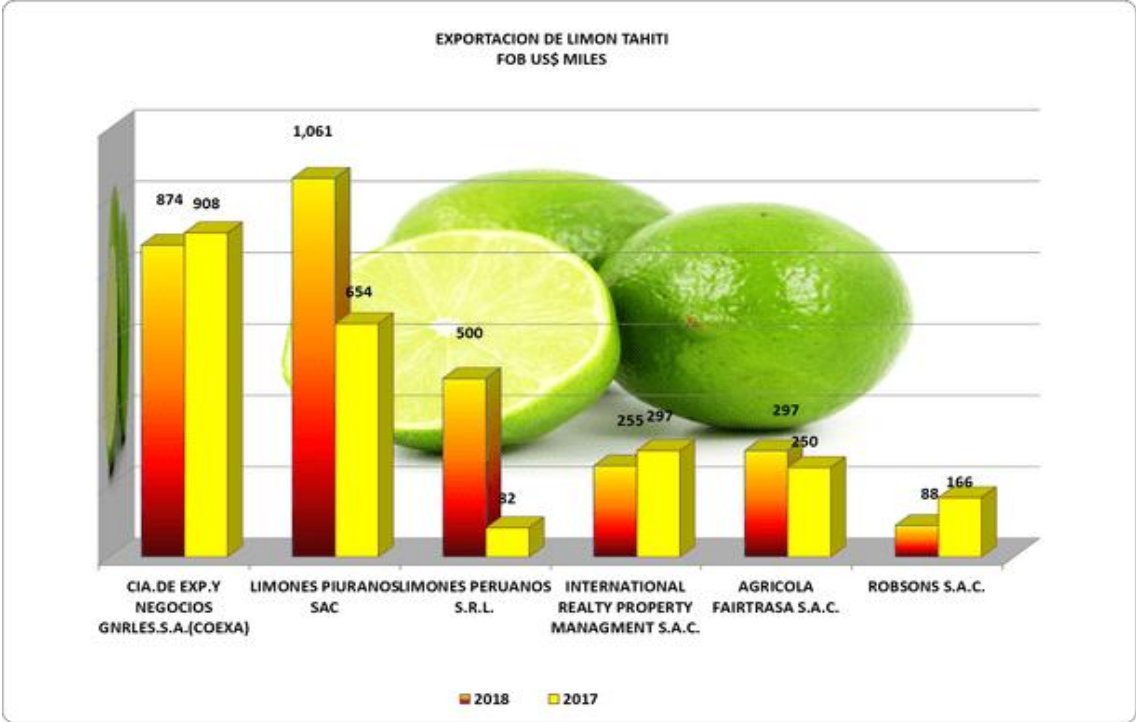


Figura 2.7. Exportación de limón Tahiti de empresas peruanas.
Fuente: Limón Sutil Perú Exportación 2018 Junio (Agrodata Perú, 2018).

El principal destino de exportación del limón Tahiti es Chile con U\$ 2.050.031 en ventas, el segundo destino es Reino Unido (Agrodata Perú, 2018).

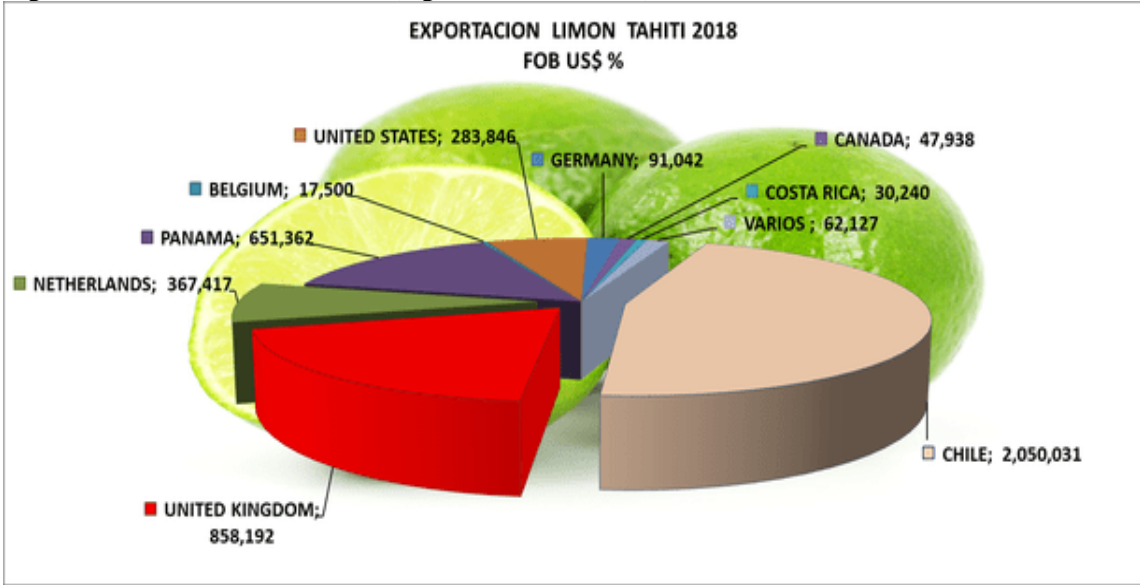


Figura 2.8. Exportación de limón Tahiti según países de destino.
Fuente: Limón Sutil Perú Exportación 2018 Junio (Agrodata Perú, 2018).

2.2.2.3. Limón en el valle de San Lorenzo

El cultivo de limón alude uno de los cultivos permanentes de mayor importancia en la región de Piura, su producción se centra especialmente en el Valle San Lorenzo y para lo cual los pobladores (productores) de esta región se han agrupado, conformando así "La Asociación de Productores de Limón", una organización que rige la actividad productora de este fruto pues genera un importante ingreso económico para el pequeño productor de la zona. Estos pequeños productores de limón están propensos a afrontar retos grandes pues sembrar y cosechar no es un trabajo fácil, por el contrario se torna una labor tediosa y muchas veces sacrificada, por mencionar alguna de ellas tenemos:

- i. Inspeccionar los peligros que pueden afectar su producción y sus ingresos actuales a causa de la presencia de plagas, insectos y enfermedades en sus plantaciones influyendo en su producción, inversión, ingreso y esfuerzo como productor.
- ii. Aumento y competencia de las plantaciones de limón.
- iii. Falta de presupuesto y dependencia en la estacionalidad y fenómenos naturales de la zona.
- iv. Menos vulnerabilidad ante la fluctuación de precios.
- v. Niveles de rentabilidad.

La producción nacional del limón se centra destacadamente en las haciendas Hualcará, Casuarinas, las cuales fueron impedidas de producir durante la Reforma Agraria que sufrió nuestro país, en los años de 1968 y 1978, una realidad que para la década del noventa fue fundamental en cuanto se refiere a la introducción de nuevas variedades de semillas y se podría decir que es allí cuando se inicia la citricultura moderna en el país (Rodríguez, 2002).

Con respecto al limón en las localidades de Chulucanas, Tambogrande, Sullana y Piura (Cieneguillo) se sabe que la estacionalidad de estas zonas provocó la entrada de limón Sutil peruano en el mercado interno nacional durante la temporada de escasez. Posicionando a Tambogrande como el valle con mejores rendimientos en cuanto a calidad y cantidad, seguido por Cieneguillo, Sullana y Chulucanas; abasteciendo de esta manera a todo el mercado nacional en todo el país.

2.2.3. Principales factores agrícolas

a) Suelo

Recurso natural importante por sus características físico-químicas y biológicas, está formado por componentes que pueden ser separados e identificados, facilitando su descripción y clasificación con características particulares, resultado de la acción de los diversos factores y procesos de formación que conducen a un tipo de suelo. El estudio del suelo se realiza, teniendo en cuenta su medio ambiente y en vista a su morfología, expresada por sus características edáficas de las diferentes capas u horizontes, definidas en campo, a través de la apertura de calicatas y obtención de muestras, complementada por sub muestras por la variabilidad de los suelos.

Su conocimiento y evaluación en los valles, permite conocer su diversidad y potencial aptitud para fines agrícolas, así como recomendar prácticas de manejo agronómico y conservación que eviten su deterioro

Las características que debemos conocer del recurso suelo (Torres, 2010), son:

- i. Características Externas
 - Vegetación natural.
 - Relieve.

- Drenaje superficial.
- ii. Características Físicas
 - Estructura.
 - Textura.
 - Fragmentos gruesos.
 - Drenaje interno.
 - Profundidad efectiva.
- iii. Características Químicas
 - Nutrientes (Elementos):
 - Elementos Mayores: Nitrógeno(N), Fósforo (P), Potasio (K).
 - Elementos Menores: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre(S).
 - Micro elementos: Fierro (Fe), Cobre (Cu), Boro (B), Zinc (Zn), etc.
 - Conductividad eléctrica (C.E.): Contenido de Sales.
 - PH (Reacción del suelo).

Estos atributos físicos, químicos y biológicos determinan la fecundidad natural de los suelos, para el mejor desarrollo de los cultivos. El limonero por tener un marco radicular poco profundo (Menos de 1 m.), se desarrolla en suelos de textura ligera (arenosos), medianos (francos) y finos (arcillosos); razonablemente profundos; buen drenaje y poca sustancia salina.

b) Clima

El limonero, rico en vitamina C y aceites fundamentales, se desarrolla en los distritos tropicales y subtropicales, donde la temperatura es el componente limitante del rendimiento, las medias favorables oscilan entre una mínima de 10 °C y una máxima de 24 °C. Temperaturas superiores a 35 °C, pueden provocar desórdenes vegetativos y acelerar la maduración del producto natural; las temperaturas por debajo de 12 °C influyen en el desarrollo vegetativo. En nuestra localidad, la temperatura normal se extiende en las cercanías de 24 y 25 °C, lo que permite un desarrollo pertinente. La humedad relativa también afecta la naturaleza del producto orgánico, el rango apropiado se considera en las proximidades de 40 y 70%; cuando es alto, es compatible con el avance de las enfermedades causadas por crecimientos. Otro factor es la luz del día, el limón por regla general requiere una alta iridiscencia, por lo tanto, la poda se debe hacer en los cercos o cortinas de los campos de cultivo.

c) Agua

La planta ingiere sus suplementos desintegrados en el agua, por lo que necesita cantidades razonables de agua tras la temporada de lluvia. En medio de la temporada de escasez de agua, la planta de limón sutil requiere entre 9000 y 12000 m³ / ha / año y el sistema sucesivo de agua debe estar conectado con volúmenes satisfactorios; la escasez de agua influye en la floración, fructificación, maduración prematura del fruto y menor cantidad de jugo.

d) Temperatura

Este cultivo es muy sensible a las bajas temperaturas. Las temperaturas deben oscilar en una media de 28°C.

e) Precipitación pluvial

Es esencial que en medio del desarrollo del fruto haya un suministro de agua satisfactorio. Es deseable sobre la planta la cosecha en lugares donde la precipitación es de 400 a 1 200 mm por año.

f) Vientos

Los vientos moderados apoyan el desarrollo del fruto, sin embargo los fuertes vientos causan problemas como quebraduras de ramas, mala formación de los árboles, caída de las hojas y flores, así como daño de los frutos. En los territorios donde el viento es muy fuerte deben sembrarse árboles como cortinas cortavientos.

g) Luz

La luz solar es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de los árboles frutales, por lo que se prescribe para plantarlos en territorios donde obtienen la luz que razonablemente se podría esperar, por lo que debe abstenerse de plantar en las inclinaciones que enfrentan al oeste o al norte. La luz es importante ya que, en gran medida, decide la naturaleza del producto orgánico, particularmente el sabor y el color.

h) Altitud

Alturas que varíen de 50 a 1.500 msnm, este es un factor que específicamente interviene en la apariencia física del producto natural; en elevaciones más altas, la consistencia es dura y el tono verde es extremo, mientras que a menor altura la consistencia es uniforme y el color menos excepcional (verde claro).

i) Humedad relativa

La elevada humedad del ambiente le es favorable, en cambio sufre cuando esa humedad relativa es marcadamente baja.

j) Características químicas

Los suelos para este cultivo deben tener buena capacidad de cambio catiónico, de manera que puedan suplir a este cultivo los elementos químicos necesarios para su buen desarrollo. El pH requerido varía de 5,6 a 6,8.

2.2.4. Cultivo, tecnología y producción de limón

2.2.4.1. Propagación

El limón se propaga por semilla (pie franco) y en forma vegetativa (injerto), en este sentido Agustí (2010) expone:

i) Por semilla

La ventaja de una propagación por semillas es que las plantas son vigorosas y productivas.

Desventaja: demoran entre 3 a 5 años en iniciar la producción. Pueden resultar plantas poco productivas y con frutas de baja calidad. Son propensas ante la descomposición de las raíces o la gomosis causada por el crecimiento de *Phytophthora parasitica*. Los árboles se vuelven erguidos y extraordinariamente espinosos

ii) Por yema o injerto:

Ventajas: Los árboles injertados presentan las cualidades de la planta madre y son uniformes en cuanto a rendimiento y a calidad. Son prematuros para entrar en producción. Su porte menos vigoroso permite un mejor manejo y un número más notable de plantas por superficie.

Desventaja: Se pueden transmitir enfermedades como la Tristeza, Psorosis, Exocortis y Caquexia. La propagación por injerto comprende las etapas siguientes:

a) Selección de portainjertos. No hay un portainjerto impecable, sin embargo, se debe considerar que el patrón es la ayuda e impacta el poder y el tamaño del limonero, y además es el que ingiere suplementos de agua y suelo y puede adaptarse a suelos con condiciones adversas para el limón.

Si bien la elección de un ejemplo debe considerar su resistencia o deficiencia a las enfermedades, su adaptación a los suelos profundos o delgados, la sustancia de las sales y la piedra caliza, y también la rentabilidad y la naturaleza del producto orgánico.

b) Preparación de almácigos. La metodología para la producción de plantas en vivero es la siguiente:

Obtención de la semilla para evitar la diseminación de enfermedades y/o para utilizar material puro genéticamente de alta calidad, se recomienda adquirir semillas de portainjertos en Huertas Productoras de Semilla Certificadas.

El procedimiento para la obtención de semilla es el siguiente:

- i. Los frutos maduros se eligen, se seleccionan, se cortan directamente del árbol (nunca se obtiene semilla de fruta que ha caído al suelo), los frutos se lavan y se cortan por la mitad en sentido perpendicular a los gajos y sin dañar a las semillas.
- ii. Las semillas se lavan en un compartimiento con polvo limpiador o con una mezcla de 1 kilogramo de cal en 40 litros de agua para evacuar el fluido corporal. Las semillas que flotan se eliminan sobre la base de que están deformadas, fragmentadas y estériles.

- iii. En ese punto, la semilla se purifica sumergiéndola en agua a 52 grados centígrados durante 10 minutos. Luego se trata con 1 gramo de sulfato-8-hidroxiquinolina en 1 litro de agua (1 por ciento) durante 1 a 3 minutos.
- iv. Para secar, la semilla se pone en un papel de mancha durante 24 horas, a la sombra (nunca al sol), teniendo en cuenta la evacuación del agua excedente, sin embargo, no pierde totalmente la humedad ya que influye en el control de la germinación.
- v. Las semillas secas son elegidas y agrupadas en sacos de polietileno marcados con un límite de 1 a 2 kilogramos disponibles para comprar o capacidad. El movimiento se realiza en un compartimiento de hielo seco.
- vi. Cosechar sólo la semilla que se va a comercializar. Para conservarla, la semilla se mantiene a una temperatura de 4 a 8 grados centígrados. Cuanto más notable sea el tiempo de ausencia, menor será el control de la germinación.

Un procedimiento común para desinfectar la semilla limpia y seca es el de tratarla con 2 mililitros de Thiram por cada kilogramo de semilla o 3 gramos de Captán por kilogramo de semilla.

Es importante resaltar que en:

Siembra de semilla

Utilizar suelo areno-limoso fértil, ligeramente ácido, sin piedras ni rocas. La siembra se hace en el suelo o en charolas. Las medidas recomendadas son de 1 metro 20 centímetros de ancho por 10 metros de largo y 30 centímetros de grosor (Agustí, 2010).

Portainjertos

Los portainjertos por regla general son usados para tres propósitos:

- i. Reducir el tiempo de madurez del árbol: los limones de las semillas son lentos de producir. Los limones injertados toman menos de 2 años para ingresar en la producción posterior a la siembra.
- ii. Mejor ajuste a la tierra: los patrones son distintivos debido a su resistencia a las calidades del suelo, las enfermedades y la presión ecológica.
- iii. Conducta de la planta: hay impacto de los patrones sobre la nutrición mineral, el desarrollo, la eficiencia y algunas partes de la naturaleza del producto orgánico de los surtidos injertados.

2.2.4.2. Desinfección del suelo

Puede ser química o inorgánica.

- i. **Desinfección química.** Se utiliza bromuro de metilo, a razón de una libra por cada 5 metros cuadrados de semillero o con una respuesta de 1 litro de Formol comercial (37%) en 50 litros de agua, aplicando 17 litros por cada m² de semillero y se cubre con plástico por 2 días. Se deja ventilar no menos de 3 días antes de la siembra. El Bromuro de metilo es una sustancia confinada que debe adquirirse en los anunciantes cuando un profesional aprobado por el gobierno lo prescribe para componer y supervisar su administración y aplicación.

Antes de plantar, se inmuniza con micorrizas vesiculares arbusculares (MVA) para recargar las micorrizas (hongos benéficos) aniquiladas por el bromuro de metilo, por lo que ayudan a la planta a absorber suplementos y agua (Infoagro, 2007).

ii. Desinfección inorgánica. No se utilizan sustancias sintéticas. En el semillero puede aplicar Fungitek, que es un fungicida y bactericida característico para evadir la cercanía de "*Damping off*" o marchitarse.

2.2.4.3. Preparación del terreno

La unión de la materia orgánica es crucial, por lo que el suelo puede contener la humedad y drenar la abundancia de agua; particularmente en suelos de superficie iluminada, similar al caso de las laderas del valle de San Lorenzo, que se caracterizan por ser arenoso (libre). Por otro lado, los suelos de barro (sustancial) de baja porosidad, en otras palabras de poca circulación de aire, podrían crear asfixia de raíz y multiplicación de infecciones causadas por organismos.

Antes de iniciar la plantación en el lugar definitivo, es necesario considerar actividades que permitan a la plantación un desarrollo adecuado y posteriormente faciliten las actividades de cosecha. Las consideraciones según Cillóniz (2008) son:

Sistema de siembra: Existen diferentes tipos, siendo los más usados "en cuadro", al "tres bolillo" y "en rectángulo", existen ventajas y desventajas para cada uno. Deberá determinarse cuidadosamente la distancia entre plantas, pues si se establecen los huertos muy densos, hay el peligro de sobrepoblación con la desventaja de competencia entre plantas y si se dan distanciamientos muy grandes, disminuye la densidad de plantas y la producción, o dicho de otra forma, baja la eficiencia de la unidad productiva.

Distanciamiento y densidad de siembra: Se identifica con el objetivo de correcta administración de la plantación, en la medida en que se refiere a la poda. En caso de que consideremos la posibilidad de supervisar vallas o desarrollarlas abiertamente, las separaciones serán más cortas o más amplias. Se puede optar por manejar densidades mayores con la idea de eliminar árboles alternos cuando inicie el sombreo de unos sobre otros, plantándose un árbol en medio de la distancia mayor (6, 7 u 8), para aumentar el número de árboles. En el momento en que la plantación se cierra, se prescinde de los árboles sustitutos.

Tomando estas contemplaciones (Cillóniz, 2008), comienza el período de fundación de la plantación, comenzando con:

Análisis de Suelo. Es fundamental completar los muestreos para la investigación del suelo, ya que de estos resultados se elige la cantidad y el tipo de estiércol que se utilizará

Cercado. Esta acción se realiza con el objetivo de delimitar la zona de recorte y evitar que los animales entren en la plantación.

Destronconado. La tierra se ara para que esté impecable y dependiendo de la utilización anterior de la tierra, se considerará importante para completar el destroncado, en el caso de que sean arbustos que no sean efectivamente expulsados con la poda.

Labores mecánicas. Dependiendo de los atributos de la tierra y la economía del productor, se elegirá la acomodación o no de este tipo de trabajo.

Trazado y estaquillado. Una vez que se despeja la tierra y se caracteriza el marco de siembra, comienza el estaquillado de la tierra, que se completará como una guía para la población en general que completa el ahoyado. Las hileras se deben orientar de oriente a poniente para tener mejores condiciones de interceptación de luz solar.

Ahoyado. El tamaño del hoyo se encuentra ligado a la textura y fertilidad del suelo. Sus dimensiones pueden oscilar de 40 x 40 x 40 hasta 80 x 80 x 80 centímetros.

Abonado del hoyo. Cuando incrementan los porcentajes de arcilla o de arena, es necesario incrementar la cantidad de sustrato en el hoyo de siembra, para permitirle a la planta un desarrollo favorable por lo menos los dos primeros años de plantada.

Siembra de plantas. El árbol debe estar fuerte y sano, con el injerto arriba de los 40 centímetros de altura para evitar el ataque de gomosis.

Algunas fases de preparación del terreno:

Preparación de terreno para Riego Machaco.



Figura 2.9. Gradeo y surcado.

Fuente: El limón en el norte peruano (Cillóniz, 2008).

Marcado y trazado del campo para plantación de limonero.



Figura 2.10. Marcado de parcelas.

Fuente: El limón en el norte peruano (Cillóniz, 2008).

2.2.4.4. Diseño de la plantación

Es importante la planeación de actividades antes y al momento de la plantación, ya que es difícil y costoso realizar modificaciones posteriores, por lo tanto se debe considerar:

- i. Elección del terreno. En suelos arenosos, se requiere riego adicional y en los suelos arcillosos el peligro de daño por gomosis es más notable.
- ii. Mantener una distancia estratégica de los suelos salinos ya que la planta no puede aprovechar el zinc, el fierro, magnesio y el manganeso y su desarrollo y la generación de frutos se ven limitados.
- iii. La tierra no debe tener menos de un metro de profundidad antes del tepetate o el nivel freático.

Antes del procedimiento de siembra, debemos bosquejar, trazar el territorio con la separación adecuada, en ese punto luego viene el hoyado. Puede sembrarse durante todo el año, pero garantizando el acceso al agua, de modo que no haya humedad en la etapa de captura de la plántula

Densidades:

- ❖ 8m x 7 m.
- ❖ 7m x 7 m.
- ❖ 6m x 6 m.

Sistema de Siembra:

- ❖ Cuadrado.
- ❖ Rectangular.
- ❖ Tres Bolillo.

Patrones:

- ❖ Rugoso.
- ❖ Mandarina Cleopatra.
- ❖ Wolkameriano.

Características del patrón rugoso



Figura 2.11. Patrones del limón.

Fuente: El limón en el norte peruano (Cillóniz, 2008).

2.2.4.5. Manejo agronómico

a) Poda

Es una práctica cultural que comprende arrancar o cortar segmentos de las ramas del árbol con el objetivo de controlar el crecimiento vegetativo, el desarrollo y la producción.

Objetivos:

- i. Control y manejo de la forma y el desarrollo del árbol (vigor).
- ii. Lograr frutos con una buena forma, sanos y de calidad.
- iii. Fomentar la utilización de abonos foliares y pesticidas.
- iv. Penetración del aire y la luz solar para una fotosíntesis superior y menor incidencia de insectos e infecciones, reduciendo los costos del cultivo. (Villeda, 2014).

Tipos de poda

i) **De formación:** debe hacerse en los primeros 3 años y comienza desde la planta de semillero, el vivero o después de un tiempo de trasplante de alrededor de 70 cm. haciendo un despunte para potenciar el brote con libre desarrollo. En ese punto se seleccionan 3 o 4 ramas fundamentales y se aplica un segundo corte o despunte, enmarcando ramas auxiliares. En medio de este procedimiento, prescindimos de brotes en el patrón y de los retoños o ramas largas; los frutos también deben ser eliminados puesto que deforma la planta y no se desarrolla.

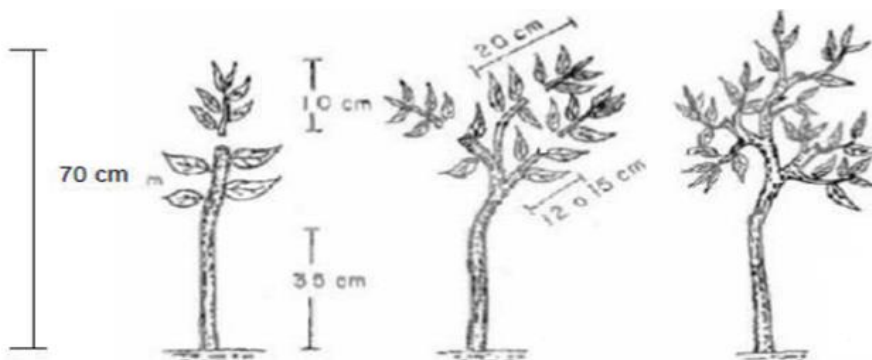


Figura 2.12. Corrección de tallo.

Fuente: El limón pérsico (Villeda, 2014).

Desbrote y primer corte en un limonero de un año



Figura 2.13. Desbrote.

Fuente: El limón pérsico (Villeda, 2014).

ii) **De mantenimiento:** Se realiza después de 3 años, teniendo en cuenta el objetivo final de mantener la sanidad, el bienestar y la capacidad productiva de la planta, se compone de cortar de las ramas secas y/o las ramas enfermas, improductivas (retoños) y entrecruzadas; también debe deshacerse de las ramas bajas que están rozando la tierra y cortarlas a una altura de 40 a 50 cm (Vegas, 2011).

Eliminación de ramas que han sido afectadas por plagas



Figura 2.14. Ramas enfermas.

Fuente: El limón pérsico (Villeda, 2014).

Sacando rama cortada desde su base

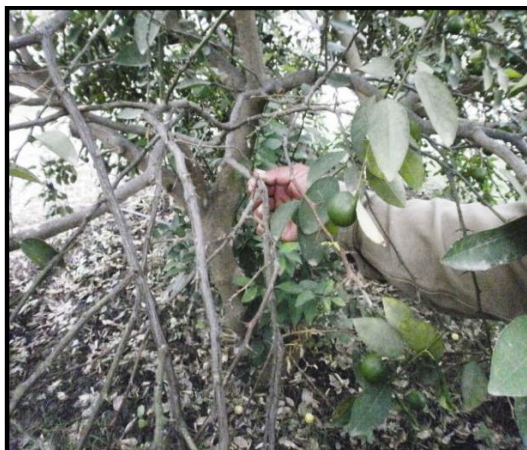


Figura 2.15. Extracción de ramas enfermas.

Fuente: El limón pérsico (Villeda, 2014).

iii) **De rehabilitación o renovación:** Se practica con el objetivo de recuperar una plantación que debido a unas variables ha tenido una mala administración y ha disminuido su producción. Se trata de hacer una poda extrema, cortar ramas secundarias, dejando solo las ramas fundamentales; para una reparación rápida, los cortes deben protegerse con pastas protectoras (Vegas, 2011).

Poda severa dónde se cortan ramas gruesas desde su base (mayor de 2.5 cm de diámetro)



Figura 2.16. Extracción de ramas gruesas.

Fuente: El limón pérsico (Villeda, 2014).

iv) **Poda mecánica:** es la poda que se aplica en aquellas plantaciones que se han desarrollado libremente y se realiza con el objetivo de bajar la altura de planta, para facilitar las labores tanto de manejo como de cosecha, buscando con esto mejorar la luminosidad externa.

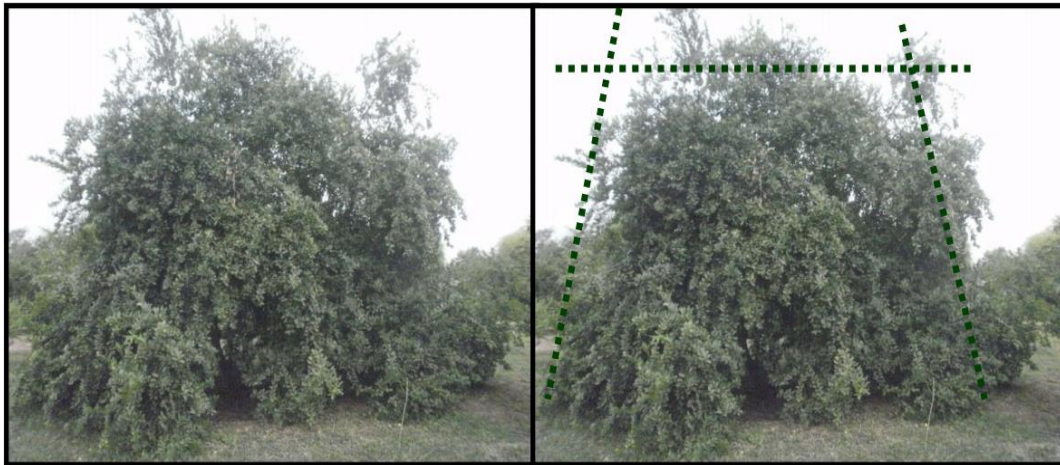


Figura 2.17. Podación mecánica para mejorar la luminosidad.

Fuente: El limón pérsico (Villeda, 2014).

Plantación de limón sutil con un crecimiento libre (derecha) y al lado, la gráfica de los cortes que se realizan en una poda mecánica (izquierda).

b) Fertilización

Las plantaciones del limonero en Piura, están establecidos en suelos de riqueza variable y fertilidad natural, influenciados por la salinidad y la filtración escasa. Por lo tanto, es importante conocer este recurso (Muestreo y Análisis) para determinar una preparación satisfactoria. Sin los análisis de tierra y restos foliares, la preparación de los cultivos es deficiente o excesiva, en los dos casos provocando pérdidas financieras, contaminación ambiental y desintegración. La preparación es prescrita por la edad de la planta y la estación, considerando la fisiología que tiene el cultivo; las plantas jóvenes requieren menos suplementos. Esta fase debe terminarse con la utilización de abonos naturales, para mejorar las propiedades básicamente físicas, químicas y orgánicas.

En el desarrollo del cultivo del limón sutil, los proyectos de tratamiento del suelo deben hacerse previo al examen del suelo y complementados con la investigación de la hoja, percibiendo las distinciones por suelo, variedades, patrón, edad del rendimiento y diferentes elementos.

La fertilización del suelo y el tratamiento foliar termina considerando las cualidades de los suplementos que se muestra a continuación (Ríos, 2010):

Nitrógeno (N) se encarga del desarrollo vegetativo de la planta y en la producción del producto orgánico (fruto), su aplicación debe estar fraccionada parcialmente en 3 o 4 secciones, tanto en plantaciones juveniles como en adultos. Su inadecuación produce clorosis, brotes cortos, hojas pequeñas y poca fuerza; la superabundancia crea productos naturales con piel dura, hojas verdes excepcionales y retarda el envejecimiento.

Fósforo (P) fundamental en la edad primaria de la planta, para un mejor desarrollo de la raíz y después de la etapa de floración, se puede aplicar antes del trasplante y en medio del desarrollo de la planta, teniendo en cuenta su ósmosis restante y la baja asimilación. La deficiencia de este elemento puede provocar un sistema radicular escasamente desarrollado, hojas bronceadas, que sus brotes sean débiles, poco zumo y mala floración; sin embargo, su exceso genera deficiencias de Cobre (Cu) y Zinc (Zn).

Potasio (K) vital en la naturaleza del fruto, crea protección contra el frío y contra la sequía, se aplica en fracciones antes de florecer y fructificar. Su insuficiencia disminuye el desarrollo vegetativo, las hojas son deformadas y más pequeñas, frutos de tamaño más pequeño y piel delgada; la abundancia da frutos con poco zumo e induce a la falta de magnesio.

Los componentes auxiliares son: el magnesio (Mg), calcio (Ca), el azufre (S) y micronutrientes, como por ejemplo, el hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), boro (B) y molibdeno (Mo), del mismo modo cumplen con satisfacer una parte imprescindible en la nutrición mineral de limón y reacciona bien con aplicaciones foliares.

Los elementos macro nutrientes (Mayores), secundarios (Menores) y los micronutrientes están relacionados y entre ellos ocurren antagonismos y sinergias, los cuales se definen de la siguiente manera (Ríos, 2010):

i) **Antagonismos.** Cuando hay exceso de un elemento, se produce deficiencia del otro elemento. Ejemplo: potasio/calcio; magnesio/calcio; potasio/magnesio; nitrógeno/potasio; nitrógeno/boro; fosforo/zinc; fosforo/cobre; cobre/hierro; hierro/manganeso; potasio/boro; potasio/manganeso; y calcio/microelementos.

ii) **Sinergismos.** La absorción de dos elementos, puede reforzarse mutuamente. Ejemplo: nitrato/magnesio; magnesio/fosforo y potasio/hierro.

c) **Riego**

En sus diversas técnicas, permite que la planta mantenga un flujo constante de agua y suplementos, favoreciendo la fotosíntesis y la transpiración. Para elegir cómo regar, la accesibilidad del agua, el suelo, la geología, la atmósfera, los costos del sistema y las diferentes variables que nos permitirán decidir el volumen y la frecuencia en la plantación. Sin embargo, la elección se hace esencialmente, teniendo en cuenta el costo de la tarea, el apoyo, la productividad del sistema de riego, eficiencia y mantenimiento.

Los cítricos requieren humedad disponible en el suelo en todo el año. Las condiciones de clima tropical seco obligan a realizar riegos en la mayor parte del año (Ríos, 2010).

i) **Condiciones generales.** La cantidad de agua y la frecuencia de riego dependen de: edad del árbol, tipo de suelo, clima y sistema de riego. Es ventajoso realizar el análisis de suelo para conocer la concentración de sales, la capacidad del campo y el punto de marchitamiento permanente.

ii) **Fuente y calidad del agua.** Las fuentes principales de aguas de riego son las aguas de río que están retenidas en presas, así como las extraídas de pozos profundos. El costo del agua de riego varía entre regiones y localidades.

Los árboles de limón son sensibles a la salinidad. Si el agua tiene un alto contenido de sales se puede disminuir la producción hasta en un 50 por ciento.

Por lo general, el agua de río y de los pozos profundos se considera de buena calidad por su bajo contenido de sales como el Sodio, Boro, Cloro y Sulfatos. Sin embargo, se requiere hacer análisis continuos de la calidad del agua.

Evitar utilizar aguas negras en el riego de los cultivos ya que se puede contaminar la fruta con microorganismos nocivos y afectar la salud humana (Amorós, 2000).

Sistemas de riego

i) **Riego por Gravedad (convencional):** que puede ser en pozas de Inundación y por surcos, es el que más se aplica en las plantaciones de los valles de Piura, requiere de grandes cantidades de agua de regadío, esta característica es crítica en suelos de textura ligera (arenosos) por la cantidad de agua que se pierde por infiltración; también ocurren pérdidas notables en suelos pesado con arcillas expandibles que se resquebrajan causando erosión (Amorós, 2000).

ii) **Riego a Presión:** Es cuando se bombea el agua desde un reservorio y se conduce a través de un sistema de tuberías y válvulas o arcos de riego y generalmente reduce el módulo de riego por

hectárea, es posible independizar el riego y evitar que este llegue a mojar el cuello de planta. Puede ser por aspersión, micro aspersión y goteo (Amorós, 2000).

iii) Riego por Goteo No Convencional (sistema INIA): Es un sistema de bajo peso que almacena agua en un suministro de tierra con una cubierta de plástico, a 3 m de altura del lugar que se cultiva, contraste que permite adquirir la presión adecuada con el objetivo de que trabaje por gravedad y conducir el agua a través de contenedores de PVC. El agua alcanza el pie de la planta con canales de PVC de 5/8" o manguera adaptable de 16 mm de diámetro interior, con productores (tubos de pequeña escala) de 1 o 2 mm; regulando el riego con su número y longitud de los micro tubos (Amorós, 2000).

Frecuencia de riego

Se caracteriza como el tiempo intermedio que ocurre entre un sistema de agua y otro, está controlado por el tipo de suelo (textura), siendo más continuos los sistemas de agua en los suelos ligeros de la superficie de la tierra arenosa que en finos suelos con textura franco arcillosos. También debe tenerse en cuenta el nivel freático del terreno, concentración de sales, es decir los problemas de un mal drenaje y de salinidad, atributos que están relacionados. Por todas estas razones se prescribe que en suelos arenosos se debe regar con poco caudal, evitando así que los fertilizantes aplicados lleguen a una mayor profundidad lavándose los nutrientes.

2.2.4.6. Plagas y enfermedades

Plagas que atacan las hojas y los brotes

1. Picadores - Chupadores
2. Masticadores de Hoja
3. Minadores de Hoja

1. Picadores-chupadores

Mosca Blanca: (ALEYRODIDAE)

- a. *Aleurothrixus floccosus* "Mosca blanca lanuda" Produce grandes cantidades de serosidad en forma de algodón en cítricos.
- b. *Paraleyrodes sp.* "Mosca blanca anidadora" Hembra ovipone en forma puntual en forma de "nidos", ninfas tienen largos filamentos de cera distribuidos en: Zonas productoras de la Costa (Elizalde & Vallalodid, 2009).
- c. *Aleurodicus coccolobae* "Mosca blanca del cocotero" Puparios están cubiertos de serosidad y presentan 2 proyecciones curvadas internamente. Hembra ovipone en pequeños círculos concentricos a manera de espiral. Ataca también la guanabana, palto, platano, manzano, vid, y otros.
- d. *Aleurocanthus woglumi* "Mosca negra de los cítricos" En el Perú solo ha sido reportada en Tumbes en arboles de limón. Ninfas y puparios son negras, elevadas, con borde ceroso blanco y muchas proyecciones filamentosas dorsales.
- e. *Dialeurodes citri* "Mosca blanca del cítrico" Ataca especialmente cítricos.
- f. *Singhiella citrifolii* "Mosca blanca de alas nubladas" Reportada recientemente en el Perú (La Libertad, Ica y Lima) por Narrea, et al, 2010, pupario sin serosidades muy ovalado y grande, la más grande de todas las moscas blancas que atacan cítricos.

Pulgones: (APHIDIDAE)

Aphis spiraeicola, *Aphis gossypii*, *Toxoptera aurantii*.

Daños: Puede causar deformación de las hojas y un retraso en el desarrollo. Las hormigas son las que delatan la presencia de los pulgones.

Control: se debe controlar el nivel de agua y la fertilización nitrogenada. Además de la eliminación de malezas se debe liberar controladores como: Mariquitas, Crysopas, Parasitoides (*Lisyphebus testaceipes*, *Aphidius colemani*, *Aphidius matricariae*).

Masticadores de hoja

- a. *Heraclides paeon paeon* (PAPILIONIDAE)
- b. *Chrysodeixis includen*, *Copitarsia* sp, *Peridroma saucia* (NOCTUIDAE)

Daños: las larvas comen el follaje, desfoliando ramas jóvenes

Control: Controlar la fertilización nitrogenada y el agua.

Minadores de hoja

Phyllocnistis citrella (LEPIDOTERA: GRACILLARIIDAE)

La hembra adulta es gris con manchas sobre su dorso, y abundante pilosidad sobre el borde de sus alas posteriores. La larva penetra el mesófilo de la hoja se alimenta y va avanzando, formando minas serpenteantes por toda la hoja.

Daños: Las larvas pueden afectar toda la hoja con sus minas, reduciendo la capacidad fotosintética. Las galerías en las hojas producen deformación severa, que puede ocasionar retardo del crecimiento en plantas jóvenes. Frutos con minas, reducen su valor comercial.

Control: Se debe aplicar aceite mineral al 0,5% si se detecta huevos en el 10% de los brotes muestreados. Aplicar insecticidas translaminares al inicio de las minas. Controlar el brote y realizar podas (Narrea-Cango., 2010).

2.2.4.7. Cosecha y manejo de la fruta

El limón se cosecha constantemente, sin embargo, el 80% del volumen de producción se adquiere de mayo a octubre. La cosecha es la tarea más costosa, ya que representa aproximadamente el 40% del costo del rendimiento. El corte del producto natural se realiza cada 22 días en promedio.

Se debe cortar solo el fruto con la debida madurez del corte, que tiene un tamaño óptimo, una cáscara de color verde claro, con una textura lisa y brillante y con al menos un 45% de jugo. El corte debe hacerse cuando las hojas y el fruto han perdido humedad debido a la lluvia o al rocío. Para abstenerse de dañar la cáscara del producto natural en medio de recolección y transporte, no corte el producto orgánico antes de las 9 en punto al comienzo del día en el invierno o en plantaciones recién irrigadas.

La fruta pequeña madura que resulta dañada se suele destinar a la industria.

Para incrementar la calidad del fruto, no se deben sacudir las ramas y tampoco se debe utilizar ganchos porque al caer en el suelo se daña la fruta y hay además pérdida de frutos pequeños y flores. Lo más recomendable es utilizar en el corte la red o cuchara (Aznar & Fayos, 2006).

El fruto recolectado debe colocarse en cajas de plástico con un límite de 30 kilogramos y mantenerse a la sombra. Abstenerse de llenar los contenedores. El almacenamiento debe ser correcto para disminuir el daño durante el traslado, lo que debe hacerse aproximadamente al mismo tiempo del corte. Además, debe evitarse utilizar sacos.

2.2.5. Industrialización

En el mercado, el principal producto que se puede encontrar derivado del limón es el jugo del mismo. Los productos que se pueden obtener son los siguientes:

1. El jugo de limón natural refrigerado.
2. El jugo de limón pasteurizado y refrigerado.
3. El jugo concentrado congelado.
4. El jugo aséptico.

El procedimiento esencial que se aplica con el limón es la obtención de su jugo y la fijación y solidificación del mismo para mantenerlo por más tiempo. En ese punto, se muestra la descripción del procedimiento:

Jugo de limón natural refrigerado: Se obtiene de la extracción del jugo del fruto, se envasa y se refrigera instantáneamente antes de que las enzimas actúen y le puedan cambiar su sabor y convertirlo en más amargo. Los envases deben estar totalmente limpios y toda la región de trabajo también debe ser adecuada, teniendo en cuenta el objetivo final para evitar la contaminación del producto. El tipo de control que se da es igualmente importante. Esta es la mejor manera de guardar el original y el primer sabor del jugo en el caso de que necesite utilizarlo en la preparación de los diferentes productos en los que se requiere, por ejemplo, en el ceviche, en el refresco envasado, té frío con un toque de jugo de limón, etc. La cadena de frío se debe mantener constantemente, es decir siempre debe mantenerse en temperaturas de refrigeración. Es importante resaltar que este producto no ha recibido algún tipo de tratamiento térmico y tampoco tiene aditivos que puedan evitar el deterioro del mismo una vez empacado. Por lo tanto, al ser el enfriamiento el único método para evitar su deterioro, esta debe ser permanente hasta que el producto sea usado por el consumidor. El proceso de extracción del jugo debe hacerse con el equipo adecuado, evitando la extracción del zumo de la cáscara (aceites esenciales) que le pueden impartir un sabor amargo (Murillo G, 2010).

Jugo de limón pasteurizado y refrigerado: Se adquiere mediante la extracción del jugo del fruto, que se purifica mediante la aplicación de calor a una temperatura y durante un tiempo específico. El tiempo y la temperatura de la purificación deben determinarse para todos los propósitos, ya que debe ser adecuado para eliminar las enzimas que pueden darle un sabor amargo intenso y eliminar los microbios. En cualquier caso, no debería ser extremo ya que la esencia del jugo cambiaría una medida considerable y lo más probable es que no sea reconocido por el comprador que está acostumbrado a consumirlo fresco, por su accesibilidad en el mercado. Se prescribe para mantenerlo en refrigeración para abstenerse de agregar sustancias aditivas. La cadena de frío también debe mantenerse constante, incluso en el lugar donde se oferta el producto. Las técnicas de proceso también deben hacerse con la mayor higiene posible para evitar la contaminación del producto y deterioro posterior al envasado.

Jugo concentrado congelado: Este producto es un jugo similar que se ha separado y purificado con el cuidado esencial para no modificar su sabor único. Se recolecta en paquetes de plástico o soportes y se solidifica; las sustancias añadidas no perjudican que el producto se mantiene congelado. Lo que

es esencial es mantener la cadena de frío para evitar la descongelación y todo el procedimiento se completa con la limpieza fundamental, para tener un último resultado de buena calidad.

Concentrado congelado: este producto es el mismo jugo purificado con el cuidado fundamental para no modificar su sabor único. De acuerdo con esto, se aplica un procedimiento de fijación, en el cual parte del agua característica que contiene se desvanece, concentrándolo en alrededor de 55 ° Brix. El control del tiempo y la temperatura es imprescindible con el objetivo de que las propiedades táctiles del elemento no se vean afectadas; por lo general, se realiza con bajo peso pues permite utilizar bajas temperaturas. Esto requiere el uso de equipos sofisticados. Luego del concentrado el jugo se almacena por un corto tiempo, para recibir un tratamiento de preenfriado y llevarlo a temperaturas bajo cero (-10 °C), antes de ser depositado en tanques de suficiente capacidad o en el envase final (estañones de 200 litros) y llevado a bodegas o furgones que lo mantienen a esa temperatura (escarchado) (Murillo G, 2010).

Jugo aséptico: la innovación aséptica se considera una innovación de primera línea. Depende de la protección y conservación de un producto a temperatura ambiente sin la utilización de sustancias añadidas a la mezcla. Un tratamiento de calor se aplica a temperaturas ultra altas para las circunstancias breves, en ese punto se empaqueta de forma aséptica, asimismo en soportes asépticos y en un ambiente con iguales características. Estas condiciones permiten tener un producto que conserva muchas de sus propiedades originales, y no contiene preservantes químicos. Además, tienen una vida útil de más de seis meses a temperatura ambiente. Los empaques que se utilizan permiten empacar el producto en grandes volúmenes, hay máquinas llenadoras que trabajan con bolsas estériles capaces de almacenar desde 300 kg hasta 1000 kg. Esto es importante para efectos de exportación. La inversión que se debe hacer para este tipo de proceso es muy alta, se recomienda para grandes volúmenes de producción y se necesita mano de obra más especializada que la que normalmente se utiliza para los procesos convencionales (Kimball, 2002).

2.3. Glosario de términos básicos

Ácaro

Parásito que se alimenta de plantas y animales (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Ácido

Sustancia con pH menor que 7 en disolución acuosa. Suelen ser terrenos ricos en sulfuro de hierro, con un pH bajo, por debajo de 6,5. Los terrenos más ácidos son los turbosos seguidos de los arenosos. Estos terrenos son los preferidos por ciertos tipos de plantas como rododendros, camelias, brezos, hortensias, entre otros que no se dan bien en otros por lo que es importante saber qué tipo de terreno se tiene (Alcolea, 2009).

Acodo

Método de reproducción de las plantas, por medio de una incisión que se realiza en la cáscara de una rama, que luego se cubre con tierra húmeda para que se formen raíces y se pone alrededor plástico para sostener el acodo (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Alcalino (terreno)

Es un terreno cretoso o calizo muy rico en carbonato cálcico que suele tener un pH alto (entre 7,3 y 8,5 - el neutro está entre 6,5 y 7). Hay plantas como el cotoneaster o los lirios que prefieren este tipo de terreno, pero otras como las azaleas o las hortensias sufrirán mucho con él. Es muy importante saber qué tipo de suelo tenemos a la hora de elegir las plantas que lo van a habitar. Las plantas que no soportan el terreno calcáreo reciben el nombre de calcífugas. Las plantas que prefieren el terreno

calcáreo se llaman calcícolas. Es un terreno con un pH por encima de 7 (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Almácigo/a

Contenedor para germinar semillas que luego han de trasplantarse (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Aminoácidos

Moléculas que forman parte de las proteínas y que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Arar

Acto de remover y labrar la tierra haciendo surcos con el arado para airear el suelo y prepararlo para la siembra (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Brote

Yema del tallo y el nuevo tallo que nace de ella, aportando hojas y flores jóvenes, y permitiendo el crecimiento del árbol (o la planta). Al proceso se le llama brotación. Es el nuevo crecimiento de la planta que surge al desarrollarse una yema. Son delicados y tiernos y a veces hay que protegerlos de los animales y del viento. En muchas ocasiones tienen un color diferente al que tendrán luego, cuando se conviertan en partes adultas de la planta (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Cal

Fertilizante mineral primario que permite corregir la acidez excesiva que resulta de una toxicidad por aluminio para las raíces de las plantas, además de aportar el calcio necesario para el crecimiento y desarrollo de los cultivos: Los requerimientos de cal de un suelo no sólo están relacionados con el pH de dicho suelo, sino también con su capacidad tampón o reguladora del pH.

Calibre

Es la medida que determina el estándar de un fruto. Tomando el grosor y espesor (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Deshierbar

Arrancar o eliminar las hierbas que no son parte de la siembra. También llamado desherbar o deshierbar (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Diseminación

Dispersión natural de las semillas (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Drenaje

Es el procedimiento para conseguir que el agua de riego o de lluvia fluya y no se estanque. Si el terreno no es poroso y tiende a retener mucho el agua (arcilloso) hay que preparar antes de la plantación un buen drenaje, excavando un surco y rellenándolo de piedras. Si la plantación es en macetas o cajoneras, habrá que dotarlas de varios orificios por donde pueda escapar el exceso de agua y poner también en el fondo una capa de piedrecitas (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Patógeno

Microorganismo que puede producir una infección o enfermedad en un huésped: Ejemplos de esto sería cuando se traen materiales vegetales sin los adecuados controles sanitarios los cuáles portan patógenos u otras especies que se convierten en invasoras. Patògen abiòtico adj. Que no forma parte o no es producto de los seres vivos (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Infección

Colonización de un organismo huésped por especies exteriores: Se utiliza principalmente contra larvas de *Cydia pomonella*, para que se produzca la infección, las partículas virales deben ser ingeridas, al cabo de un tiempo, las larvas dejan de alimentarse y desplazarse y mueren (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Parásito

Organismo que se nutre de otro de distinta especie sin aportar beneficio: Estos tratamientos se combinan con la suelta del parásito *Aphytis melinus*, del que se pretende su aclimatación (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Plagas

Infestación causada por organismos animales parásitos o depredadores de las plantas: En la década de los setenta empezó a generalizarse la adopción de unas semillas híbridas, de origen usualmente holandés, que son resistentes, aunque no inmunes, a las plagas y enfermedades que alberga el suelo (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Franco

Un suelo es franco cuando los tres componentes básicos (arena, limo y arcilla) se encuentran más o menos balanceados, y el suelo presenta una textura relativamente suelta y fácil de trabajar. Es el típico de las vegas de los ríos (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Fumigación

Aplicación de ciertos productos al suelo o a la planta para eliminar o controlar organismos que causan daño a los cultivos. Acción de fumigar. Busca desinfectar por medio de humo, gas o vapores adecuados para combatir por estos medios, o valiéndose de polvos en suspensión, las plagas de insectos y otros organismos nocivos (Alcolea, 2009).

Hoyo de siembra

Hoyo en el que se introducen una o varias semillas (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Humedad relativa

Relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene un metro cúbico de aire en unas condiciones determinadas de temperatura y presión y la que tendría si estuviera saturado a la misma temperatura y presión. La humedad relativa de una muestra de aire depende de la temperatura y de la presión a la que se encuentre (Alcolea, 2009).

Inhibidores

Son sustancias que regulan la periodicidad del crecimiento, contrarrestándolo, total o parcialmente, según la dosis que se emplee, por ejemplo: ácido salicílico, ácido benzoico, cicocel (cloruro de clorocolina) (Alcolea, 2009).

Injerto

Parte de una planta con una o más yemas, que, aplicada al patrón, se suelda con él. Es un método de propagación artificial de los vegetales en el que una porción de tejido procedente de una planta es unido a otra ya asentada, de tal modo que el conjunto de ambos crezca como una sola planta (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Insecticida

Sustancia utilizada para controlar determinados insectos que representan plagas para plantas, animales o seres humanos y que pueden causar daños para cultivos o transmitiendo enfermedades (Alcolea, 2009).

Machaco

Riego pesado al inicio de la preparación del terreno (antes del arado) (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Macollar

Conjunto de vástagos, flores o espigas que nacen de un mismo pie (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Maleza

Se considera maleza, a toda planta que interfiera con el normal desarrollo del cultivo y que compite por los nutrientes, superficie, humedad y luz y cuyas semillas disminuyen el valor de la cosecha (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Micronutrientes

Se les conoce como vitaminas y minerales y en su ausencia o su poca concentración o un nivel mayor de lo requerido puede ser perjudicial para el organismo (Alcolea, 2009).

Microorganismo

Planta o animal que sólo se puede observar con la ayuda de un microscopio (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Patógeno

Microorganismo que puede producir una infección o enfermedad en un huésped: Ejemplos de esto sería cuando se traen materiales vegetales sin los adecuados controles sanitarios los cuáles portan patógenos u otras especies que se convierten en invasoras (Amorós, 2000).

PH

Escala del 0 al 14 que determina la acidez, neutralidad o alcalinidad (basicidad) de la sustancia medida (suelo, agua...) en disolución acuosa. 0 - 6,99 (ácido) - 7 neutro - 7,1 a 14 (alcalino) (Alcolea, 2009).

Plagas

Organismos vivos que causa daño a los cultivos del huerto, provocando pérdidas y disminución de la cosecha. Organismo (hongo, planta o animal) que mata, parasita, causa enfermedad o daña plantas de cultivo, animales de interés para el hombre o recursos almacenados como grano o madera (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Plaguicida

Sustancia o mezcla de sustancias utilizadas para destruir o repeler algún tipo de plaga (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Poda

Corte de ramas u hojas para darle forma a las plantas o conducirla. Realizada inadecuadamente contribuyen a la diseminación de plagas y enfermedades y debilitan el cultivo (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Salinidad

Cantidad o concentración de sales presente en el suelo (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Salinización

Aumento de la cantidad o concentración de sales en un suelo (Alcolea, 2009).

Semilla

Material de propagación. Puede ser botánica o verdadera cuando proviene de un proceso sexual, como en la mayoría de las hortalizas; o vegetativa, cuando se utiliza una porción de planta para la siembra, como en pepino dulce, alcachofa, etc. Propiamente dicho, es el embrión en estado de vida latente o amortiguada, acompañado o no de tejido nutritivo y protegido por unas cubiertas, que cuando germina en condiciones adecuadas se reproduce la planta (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Semilla certificada

Aquella que se obtiene de la selección genética y cumple con los requisitos mínimos establecidos en el reglamento específico de la especie o grupo de especies y ha sido sometida al proceso de registro (Amorós, 2000).

Semillero o almáciga

Sitio donde se depositan las semillas para facilitar su germinación. Lugar protegido del viento y con buena orientación donde se cultivan las plántulas antes de su instalación definitiva en el huerto. Se recomienda incorporar al suelo turba o mantillo para potenciar la germinación de las semillas (Amorós, 2000).

Surcos

Medios de siembra con elevaciones de tierra suave entre 20 a 30 centímetros y de forma lineal sobre el terreno, en el que se establecen los cultivos (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Trasplantar

Trasladar una planta a otro contenedor o terreno. Si se trata de llevarla de un semillero a su lugar definitivo, hay que hacerlo con sumo cuidado, regando en abundancia previamente y procurando sacar la plantita (lo más joven posible) con un poco de tierra adherida a las raicillas. Regar luego en abundancia. Si se trata de plantas adultas, hay que extraerlas con la mayor cantidad de cepellón posible y seguir las indicaciones que se explican para plantar (Alcolea, 2009).

Trasplante

Consiste en sacar las plantas del almácigo para llevarlas a su lugar definitivo, siendo aconsejable antes de realizarlo, colocarlas en un lugar reparado pero algo expuesto a las inclemencias del tiempo para que se vayan adaptando al medio ambiente (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Variabilidad genética

La variación hereditaria dentro y entre poblaciones de organismos, cuya base está en los cromosomas (ADN) y que puede ser manipulada por la tecnología tradicional y moderna (biotecnología, ingeniería genética, etc.).

Variedad

Modificación de una especie vegetal, para mejorar ciertas características deseadas (Ministerio de Agricultura y riego, 2017).

Yema

Brote recién aparecido de una planta, cuando todavía las hojas están envolviéndose unas a otras y tiene aspecto escamoso (Alcolea, 2009).

Zonificación

Técnica de explotación regional de campos consistente en establecer determinados cultivos en determinadas áreas específicas que cumplan las condiciones más óptimas para el desarrollo natural de la planta: La zonificación ecológica-económica es una versión alternativa a la zonificación que enfatiza los factores físicos y de producción de cultivos (Alcolea, 2009).

2.4. Marco referencial

La producción del limón además de los factores agrícolas y la tecnología depende en gran medida del Gobierno Regional de Piura sus ordenanzas sobre la siembra y cosecha, así como el uso del agua de los reservorios.

En principio a partir del año 2017 ante los problemas del limón, el Gobierno Regional de Piura viene pretendiendo que las instituciones como Senasa y Ministerio de Agricultura y Riego emitan un certificado de cosecha para el limón y el banano, con el fin de evitar el ingreso de estos productos del extranjero que, como en el caso del limón traen plaga y para evitar la competencia desleal.

El director regional de Agricultura, Ing. Mario Laberry Saavedra indica que en total se cuenta en Piura con 16 mil hectáreas sembradas de limón, mientras que 250 hectáreas se han perdido fundamentalmente en San Lorenzo y algo en el Alto Piura, y se cuenta con cerca de 4.000 ha afectadas. De éstas, 2.800 ha están acogidas a los beneficios de recuperación de frutales del Minagri, para lo cual los productores están empadronados y se les otorga fertilizantes para que se recuperen.

También alegó que se tiene una productividad de limón de 14 a 15 toneladas por hectárea, en un año, en tanto el mismo se manifiesta todas las semanas. Finalmente, sostuvo que existen épocas todos los años en la que disminuye la producción de limón, este fenómeno se presentará nuevamente el próximo año entre agosto a octubre. Explicó que la plantación de limón tiene sus raíces muy superficiales, por lo que cuando se seca el suelo, ante la falta de agua, se comienzan a morir las raíces y la planta lógicamente muere.

Además, menciona que la situación en la costa norte, el arroz y el maíz han subido su productividad a comparación del Limón y el mango que han experimentado una baja.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

Hi: La propuesta de implementación tecnológica a partir del pronóstico de los factores agrícolas optimiza el proceso de producción de limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo.

2.5.2. Hipótesis específicas

- i. Los factores agrícolas explican el comportamiento de la producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio.

- ii. El rendimiento promedio del limón presenta relación directa y positiva con respecto a la tecnología utilizada en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio.
- iii. La implementación de técnicas y tecnologías aumenta el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo.
- iv. Es factible la propuesta de implementación de tecnología agrícola para aumentar el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo.

2.6. Definición y operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
PRODUCCIÓN DE LIMÓN (Dependiente)	El limón es accesible en nuestros sectores comerciales durante todo el año, según su variedad sin embargo se presenta un ligero descenso en la producción durante los meses de setiembre y octubre. La época de floración del limón es en marzo y abril, noviembre y diciembre (AMPEX, 2008).	Consiste en todas aquellas mediciones en recaudación de toneladas métricas de limón por hectárea, también presenta las mermas o pérdidas de cultivo por plagas o deficiencias.	i. Cantidad en TM/ha	Toneladas de producción bruta
			ii. Residuo en TM/ha	Toneladas de residuo
FACTORES AGRÍCOLAS (Independiente)	“El conjunto formado por el hogar, sus recursos, los flujos de recursos y las interacciones a nivel de cada finca [son los factores agrícolas]. Su funcionamiento puede estar influenciado en gran medida por factores externos, como las políticas, las instituciones, los mercados y los vínculos de información” (FAO, 2001).	Representa los gastos que realiza el agricultor, empresario o propietario de las hectáreas de cultivo, así como las especificidades de dicha inversión, además de ello, representa las condiciones de la hectárea y alrededores como clima, agua y suelo.	i. Capital	Herramientas y tecnología
			ii. Trabajo	Mano de obra y capacitación
			iii. Tierra	Recurso hídrico Temperatura
PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO (Interviniente)	Según Gardner (2001), se trata del mejoramiento de un proceso para gestionar las funciones en cualquier tipo de empresa o actividad, la alternativa de la propuesta es el rediseño en este sentido puede tratarse de la creación del proceso o de su corrección.	Es el conjunto de actividades que deben ser realizadas para poder optimizar los volúmenes de cultivo de limón.	i. Condicionantes	Recursos hídricos Recursos económicos Recursos geográficos y climáticos
			ii. Determinantes	Fuentes de materia prima Mano de obra Tecnología

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque y Diseño

Martínez y Ávila (2009) para referirse al enfoque cuantitativo, mencionan que:

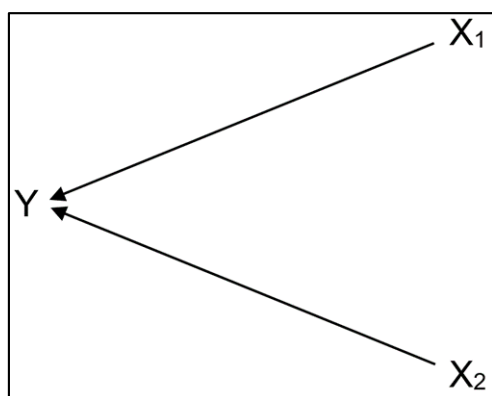
Del objetivismo se desprende la concepción cuantitativa de la ciencia, cuyo objetivo de la investigación consiste en establecer relaciones causales que supongan una explicación del fenómeno que se va a observar (...) tiene un carácter nomotético, cuyo objetivo es llegar a formular leyes generales; por lo regular utiliza el método hipotético-deductivo e instrumentos cuantitativos.

En la investigación se plantea el enfoque cuantitativo debido a que se utilizan registros con información veritativa y que no es descrita bajo criterios del investigador o expertos, por lo tanto es exacta.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) el diseño no experimental es aquel que:

(...) no se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

Es no experimental dado que se trata de datos existentes y recogidos sin antes haber generado una manipulación de eventos.



$Y = f(X)$ es el modelo predictivo

Donde:

Y es la variable dependiente “PRODUCCIÓN DE LIMÓN”

X1 es la variable independiente “FACTORES AGROPECUARIOS”

X2 es la variable interviniente “PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO”

El nivel es explicativo ya que:

Estos estudios están dirigidos a responder a las causas de los eventos, su objetivo se enfoca a la explicación de los fenómenos, de ahí que también se les conozca como Estudios Explicativos. Otras de sus funciones son establecer juicios, asegurando y determinando las formas de resolver los problemas de investigación. Los estudios confirmatorios o explicativos son más estructurados que los anteriores, de hecho los abarcan, pero además

proporcionan un sentido de mayor comprensión del fenómeno u objeto de estudio. (Ortiz & García, 2006)

El estudio esencialmente es de nivel explicativo puesto que busca las causas del problema y determinar los factores agrícolas la tecnología y técnicas que deben utilizarse para optimizar el proceso.

Tipo aplicada ya que pretende solucionar o revelar un problema en el contexto real y que permite comprender el problema, así como explicar las posibles soluciones que competen al plano de ciertos campos de investigación. (Sánchez & Reyes, 2006).

3.2. Sujetos de la investigación

Está constituida por la información de producción y las variables exógenas que generan cambios a la primera variable, en tal sentido se recoge la información mensual de producción de limón y los factores agropecuarios para el periodo 2015 – 2017.

Con un muestreo para modelos de regresión según Molenberghs, Faes y Verbeke (2015) y contando con 3 regresores (capital, trabajo y tierra) se tiene:

$$n = \lambda(a, u, p) * \frac{1 - R_{Y,B}^2}{R_{Y,B}^2}$$

Donde: n es el tamaño de la muestra

a es el nivel alfa de error de la prueba; $a \leq 0,05$ es mínimo

u es el número de regresores

p es la potencia de la prueba; $p \geq 0,8$ es alta

$R^2_{Y,B}$ es el efecto adverso de Y dado un conjunto de regresores B; $R^2_{Y,B} \leq 0,2$ es débil

λ es la función estadística lambda

$$n = \lambda(0,05; 3; 0,85) * \frac{1 - 0,13}{0,13} = 5,35 * \frac{1 - 0,13}{0,13} = 36$$

Requiriéndose $n=36$ para Y; y $n=36$ para cada X_i según la estructura a continuación:

$$Y_1 = X_{1,1} + X_{1,2} + X_{1,3}$$

$$Y_2 = X_{2,1} + X_{2,2} + X_{2,3}$$

.

.

.

$$Y_{36} = X_{36,1} + X_{36,2} + X_{36,3}$$

Los valores $i=1,2,3,\dots,n$ representan los datos de respuesta de cada mes desde enero del año 2015 hasta diciembre del año 2017.

En este sentido la unidad de muestreo viene dado por cada valor registrado por la Dirección Regional de Agricultura - Piura y el Gobierno Regional de Piura sobre la producción mensual de limón; el capital usado en inversión de materia, las herramientas y la tecnología; el trabajo ejercido representado por la mano de obra, capacitación, conocimiento y técnicas; finalmente las características ambientales o de tierra que consta de recurso hídrico, temperatura y características del terreno, el valor $n=36$ representa el número de meses que serán estudiados.

La ecuación:

$$Y_i = X_{i,j} + X_{i,j+1} + X_{i,k}$$

Es el modelo predictivo de regresión múltiple que resume las variables endógenas explicadas por variables exógenas, en este caso existe una variable dependiente que se estudiará a través de variables independientes, estas últimas se analizaron para determinar si su intervención es a través de constructo (análisis factorial) o no.

3.3. Métodos y procedimientos

En la investigación se utiliza el método hipotético-deductivo, Martínez y Ávila (2009) precisan que “(...) las hipótesis se admiten o rechazan según sea el resultado de la contrastación de las mismas: una hipótesis se justifica y acepta si queda confirmada, y se rechaza si es refutada”.

En este sentido el procedimiento consistirá en:

- i. Planteamiento del tópico a investigar o problema de estudio.
- ii. Formulación de una hipótesis para explicarlo tentativamente.
- iii. Confrontación de la hipótesis con la realidad (tras el recojo de información).
- iv. Comprobación de la validez de la hipótesis.
- v. Si la consecuencia es verdadera, confirma la hipótesis.
- vi. Si la consecuencia es falsa, refuta la hipótesis.

Tras haber analizado el comportamiento de los 3 regresores (capital, trabajo y tierra), se identificó plenamente cuál de ellos ofrece un mayor impacto sobre el rendimiento de la producción de limón, así como cuales factores están deteniendo el desarrollo de la producción, a partir de estos logros, el siguiente procedimiento será la evaluación del sistema actual de siembra, riego y producción y se diagnosticaron los errores, tras este paso se procede a diseñar la propuesta de optimización tras conocer los errores y las potencialidades descubiertas en el modelo predictivo y en el diagnóstico de esta manera la mejora será proyectada y atenderá la realidad actual.

3.4. Técnicas e instrumentos

Como técnicas se empleó la revisión documental que se trata de una técnica de gabinete en la cual el investigador procede a la revisión detallada de información en sitios web de portales y bases de datos para extraer la muestra que se ha creído conveniente para la investigación, con respecto a su instrumento es la hoja de registro que puede ser diseñada en formato xls o sav para consecutivamente hacer uso del programa Excel e IBM SPSS con el fin de asegurar la obtención de resultados fiables,

éstos fueron utilizados para el análisis de la Función de producción de Cobb-Douglas y la regresión lineal múltiple.

3.5. Aspectos éticos

Coronel, R. (2015) considera que: todo trabajo de investigación demanda esfuerzo y tiempo, es fruto o producto intelectual el cual debe ser valorado y respetado, los textos extraídos deben ser citados respetando de esta manera los derechos del autor, de lo contrario constituirá delito contra los derechos Intelectuales, específicamente delitos contra los derechos de autor y conexos.

Asimismo, se mantendrá el principio de reserva y confidencialidad y se respetará el derecho a la intimidad.

Criterios de rigor científico

En la investigación se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

- i. Valor veritativo: Es el grado de valor en la interpretación de los resultados.
- ii. Aplicabilidad: Es el grado de generalización de los resultados a población con características similares.
- iii. Consistencia: Es el grado de confianza que un estudio se pueda repetir y reportar los mismos resultados o similares.
- iv. Neutralidad: Es el margen de distancia que debe tener el investigador para no manipular resultados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

En el presente apartado se pretende alcanzar el objetivo general de “Diseñar una propuesta de implementación tecnológica basada en los factores agrícolas que deben considerarse para optimizar el proceso de producción de limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo”.

Para el logro de este objetivo, se requirió analizar la situación actual y conocer los factores que podrían intervenir en escenarios futuros por lo tanto es necesario la formulación de objetivos que permitan esclarecer este panorama.

Así el objetivo específico 1 consistió en “**Elaborar modelos predictivos a partir de los factores agrícolas que explican el comportamiento de la producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio**”, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 4.1. Estadísticos descriptivos de la producción, capital, trabajo y tierra.

	Media	Unidad	Desviación estándar	LC inferior para media al 95%	LC superior para media al 95%
Toneladas producidas	10.151,92	t	4.505,34	8.627,53	11.676,30
Hectáreas sembradas	9.341,56	ha	3.509,04	8.154,27	10.528,84
Inversión en herramientas y tecnología	21.254.014	S/.	7.463.444	187.28.748	23.779.280
Inversión en mano de obra	2.329.282	S/.	933.312	2.013.494	2.645.069
Agua de Poechos	307,083	m ³	109,331	270,091	344,076
Agua de San Lorenzo	124,648	m ³	68,861	101,348	147,947
Recurso hídrico	431,73	m ³	174,33	372,75	490,72
Temperatura	25,204	°C	2,079	24,501	25,908

Fuente: Salida del paquete estadístico IBM SPSS v.25.

La producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo, para el periodo enero del 2015 a diciembre del 2017 ha tenido un promedio de 10.151,92 t que fluctúa entre 8.627,53 y 11.676,30, debido a los sesgos producidos por la poca cosecha y en contraparte la estrategias de maximización de algunos periodos, en este sentido generalmente el área de siembra es de 9.341,56 ha pero en ocasiones fluctúa entre 8.154,27 y 10.528,84 destinadas a la producción de limón, debe destacarse que se trata de las áreas óptimas para siembra, la inversión en herramientas y tecnología en promedio ha ascendido a S/.21.254.014, mientras que la inversión en mano de obra fue de S/.2.329.282 mensual, respecto al agua de Poechos y San Lorenzo, en promedio se irrigó la siembra con 307,08 y 124,65 m³ respectivamente, en este sentido el promedio total del recurso hídrico mensual fue de 431,73, finalmente se afirma que para este periodo la temperatura osciló entre 24,501 y 25,908 °C.

Tabla 4.2. Resumen del modelo de regresión lineal múltiple.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,980 ^a	0,961	0,956	947,07506	1,668

a. Predictores: (Constante), Temperatura °C, Recurso hídrico, Inversión en mano de obra, Hectáreas sembradas

b. Variable dependiente: Toneladas producidas

La correlación es 0,980 y su cuadrado, 0,961, lo que nos indica una proporción de variación explicada de 96,1%. Para compensar los efectos del tamaño de la muestra sobre R cuadrado, se realiza un ajuste que ofrece un valor más riguroso sobre la variación explicada, en este caso fue de 95,6%. El error de estimación es de aproximadamente 947,08 lo que indica que la regresión estima adecuadamente la producción del limón con un margen aceptable, el valor 1,668 de Durbin-Watson revela que existe incertidumbre por lo tanto no se puede afirmar que existe autocorrelación.

Tabla 4.3. ANOVA^a del modelo de regresión lineal múltiple.

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	682.626.498,274	4	170.656.624,569	190,263	0,000 ^b
	Residuo	27.805.486,476	31	896.951,177		
	Total	710.431.984,750	35			

a. Variable dependiente: Toneladas producidas

b. Predictores: (Constante), Temperatura °C, Recurso hídrico, Inversión en mano de obra, Hectáreas sembradas

Se obtuvo un valor F del modelo de 190,263 el cual estuvo asociado a un valor de probabilidad de 0,0000, esta significatividad alta se debe a que se está trabajando con resultados mensuales tanto totales como promedios.

Tabla 4.4. Coeficientes^a del modelo de regresión lineal múltiple.

		Coeficientes				
		Coeficientes no estandarizados	estandarizados			
Modelo		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	-11.350,039	2.039,759		-5,564	0,000
	Hectáreas sembradas	0,954	0,086	0,743	11,119	0,000
	Inversión en mano de obra	0,001	0,000	0,206	3,185	0,003
	Recurso hídrico	2,616	0,923	0,101	2,834	0,008
	Temperatura °C	362,800	82,120	0,167	4,418	0,000

a. Variable dependiente: Toneladas producidas

$$\hat{Y} = -11.350,039 + 0,954 * X1 + 0,001 * X2 + 2,616 * X3 + 362,80 * X4$$

Donde:

\hat{Y} es la estimación de las toneladas producidas.

X1 es la cantidad de hectáreas sembradas.

X2 es la inversión en mano de obra.

X3 es el recurso hídrico.

X4 es la temperatura.

El modelo explica que por cada ha sembrada se producen 0,954 t de limón, por cada nuevo sol invertido en mano de obra 0,001 t, por cada metro cubico de agua puesto a disposición para el riego se incrementa en 2,616 t y finalmente el incremento de 1°C de la temperatura ambiental en el rango óptimo genera 362,8 t en la producción del limón.

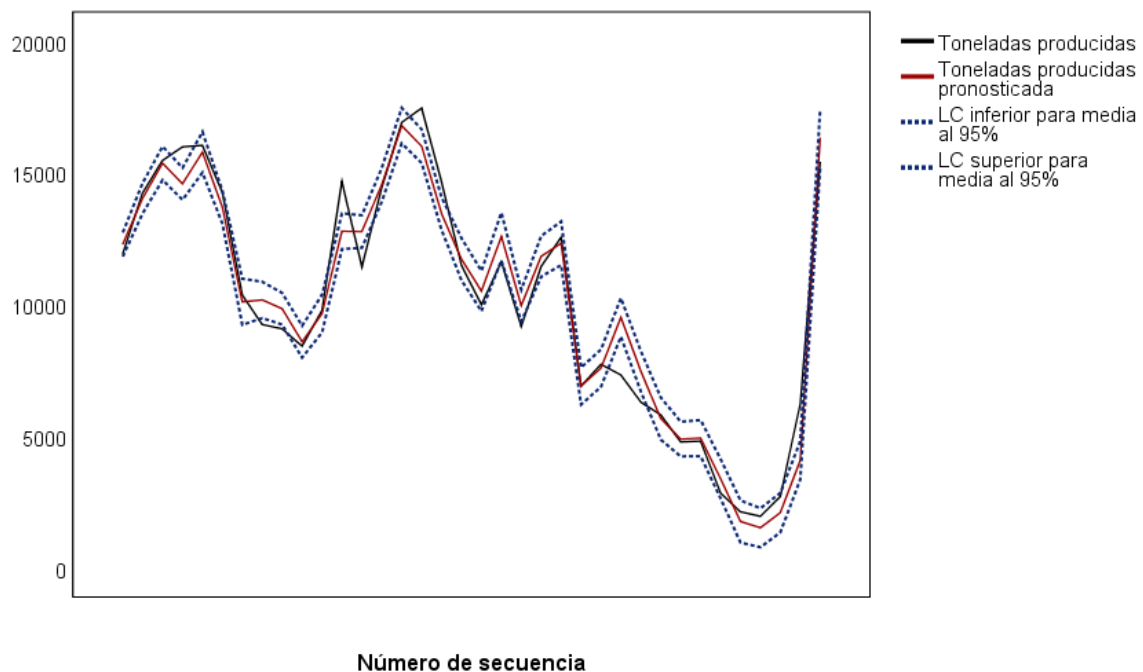


Figura 4.1. Secuencia de toneladas producidas y pronosticadas de la regresión lineal múltiple.

Fuente: Salida del paquete estadístico IBM SPSS v.25.

A través del Gráfico 1 se puede observar que el modelo pronostica adecuadamente las toneladas de limón producidas en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los meses de enero del 2015 y diciembre del 2017, la línea negra representa la secuencia del valor real mientras las línea roja es el valor predicho, las líneas azules consiste en la estimación intervalica al 95% y en la mayoría de los meses ha logrado mantener dentro del intervalo el valor real.

Luego se propone analizar las implicaciones de la inversión en tecnología actual mediante la regresión de Cobb Douglas, en este sentido se resuelve el objetivo específico 2: **“Determinar el efecto del rendimiento promedio del limón con respecto a la tecnología utilizada en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio”**.

Tabla 4.5. Resumen del modelo de regresión de Cobb-Douglas.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0,986 ^a	0,972	0,968	0,10656	2,089

a. Predictores: (Constante), Ln(Temperatura), Ln(Recursos hídricos), Ln(Inversión mano de obra), Ln(Inversión en herramientas y tecnología), Ln(Hectáreas sembradas)

b. Variable dependiente: Ln(Toneladas producidas)

La correlación es 0,986 y su cuadrado, 0,972, lo que nos indica una proporción de variación explicada de 97,2%. Para compensar los efectos del tamaño de la muestra sobre R cuadrado, se realiza un ajuste que ofrece un valor más riguroso sobre la variación explicada, en este caso fue de 96,8%. El error de estimación es de aproximadamente 0,10656 lo que indica que la regresión es adecuada para estimar la producción del limón con un margen aceptable, el valor 2,089 de Durbin-Watson indica que no existe autocorrelación.

Tabla 4.6. ANOVA^a del modelo de regresión de Cobb-Douglas.

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	11,908	5	2,382	209,743	0,000 ^b
	Residuo	0,341	30	0,011		
	Total	12,249	35			

a. Variable dependiente: Ln(Toneladas producidas)

b. Predictores: (Constante), Ln(Temperatura), Ln(Recursos hídricos), Ln(Inversión mano de obra), Ln(Inversión en herramientas y tecnología), Ln(Hectáreas sembradas)

Se obtuvo un valor F del modelo de 209,743 asociado a un valor de probabilidad de 0,0000, esta significatividad alta se debe a que la transformación Ln, produce un efecto considerable de disminución de los errores del modelo.

Tabla 4.7. Coeficientes^a del modelo de regresión de Cobb-Douglas.

		Coeficientes				
		Coeficientes no estandarizados		estandarizados		
Modelo		B	Desv. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	-5,891	1,180		-4,992	0,000
	Ln(Hectáreas sembradas)	0,959	0,074	0,811	12,883	0,000
	Ln(Inversión mano de obra)	0,249	0,090	0,177	2,755	0,010
	Ln(Inversión en herramientas y tecnología)	-0,041	0,091	-0,026	-0,451	0,655
	Ln(Recursos hídricos)	0,058	0,036	0,049	1,584	0,124
	Ln(Temperatura)	0,937	0,243	0,130	3,854	0,001

a. Variable dependiente: Ln(Toneladas producidas)

$$\text{Ln}(\hat{Y}) = -5,891 + 0,959 * \text{Ln}(X1) + 0,249 * \text{Ln}(X2) - 0,041 * \text{Ln}(X3) + 0,058 * \text{Ln}(X4) + 0,937 * \text{Ln}(X5)$$

Donde:

$\text{Ln}(\hat{Y})$ es el logaritmo natural de la estimación de las toneladas producidas.

$\text{Ln}(X1)$ es el logaritmo natural de las hectáreas sembradas.

$\text{Ln}(X2)$ es el logaritmo natural de la inversión en mano de obra.

$\text{Ln}(X3)$ es el logaritmo natural de la inversión en herramientas y tecnología.

$\text{Ln}(X4)$ es el logaritmo natural de recursos hídricos.

$\text{Ln}(X5)$ es el logaritmo natural de temperatura.

Através del modelo, conservando los aspectos teóricos de la regresión de Cobb-Douglas y manteniendo constantes los coeficientes del trabajo y la tierra, se observa que el aumento de un 1% en el capital de tecnología genera una disminución de 4,1% en promedio en la producción de limón, no obstante los detalles prácticos del modelo invalidan este coeficiente afirmando con 0,655 que no es significativa, por lo tanto el modelo pierde utilidad predictiva sin embargo el valor encontrado sirve como referencia para asumir que la inversión en tecnología no produce un efecto positivo y controlado.

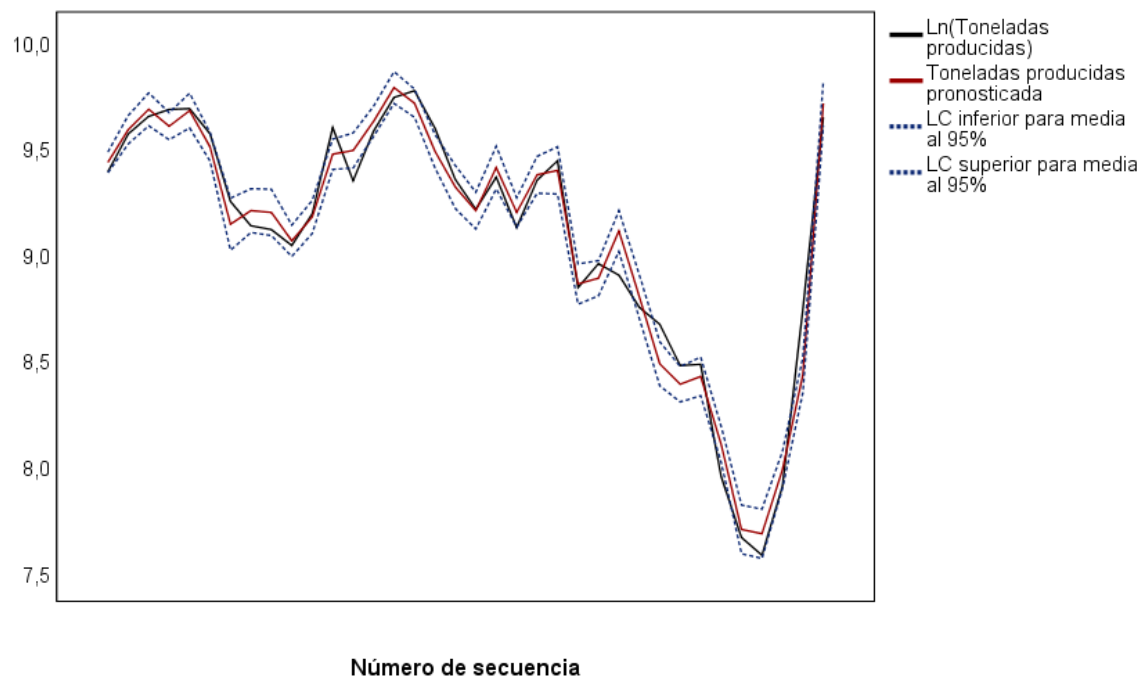


Figura 4.2. Secuencia de la transformación de toneladas producidas y pronosticadas de la regresión de Cobb-Douglas.

Fuente: Salida del paquete estadístico IBM SPSS v.25.

El Gráfico 2 permite comprender que el modelo no tiene mucho poder predictivo a pesar de aproximarse a la tendencia y comportamiento de los datos esto debido a que algunos coeficientes del modelo no son significativos porque el interés se encuentra en desarrollar el modelo teórico.

Tras el análisis de los modelos, el estudio conlleva al objetivo 3: **“Proponer las técnicas y tecnologías necesarias para aumentar el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo”**.

Después del análisis de los modelos predictivos presentados anteriormente en el objetivo 1 y objetivo 2, se cree necesario aumentar el volumen de producción, requiriendo la implementación de un sistema de riego para limón sutil, para dotar de agua a 1.000 ha de cultivo en un plazo establecido de 360 días con un presupuesto de USS. 700.000.

Teniendo como requerimientos funcionales:

- La construcción de un reservorio tipo DIQUE REPRESA de una capacidad de 80.000 m³.
- La implementación de un sistema de bombeo de captación con 4 bombas sumergibles de 150 HP, 170 LPS y 60 m de ADT.
- La construcción de un sistema de almacenamiento de agua con una capacidad de 350 m³ que aseguren 1h de bombeo continuo para 1.000 ha, con un suelo estabilizado con geoceldas y revestido con geomembrana hdpe 1,5mm.
- La implementación de un sistema de filtración con grava, que garantiza un porcentaje de sólidos suspendidos menor a 3%.
- La implementación de un sistema de bombeo para riego (bombas de riego 50 HP, 30 m de ADT, y un caudal nominal de 70 LPS), además de un sistema de tuberías de riego de 0,5” de diámetro.

El acta de constitución del proyecto basado en el *PMBOK 6ta edición (2017)*, así como el desarrollo del proyecto y especificaciones las encontramos en el Anexo N° 05.

Finalmente es necesario determinar el costo del proyecto por lo tanto se debe alcanzar el objetivo de **“Determinar los costos de la ejecución de la propuesta de implementación de tecnología agrícola para aumentar el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo”**.

- Construcción del Reservorio en 3 meses con un presupuesto de \$300.000 dólares americanos.
- Implementación del sistema de bombeo en 2 meses con un presupuesto de \$200.000 dólares americanos.
- Construcción de un sistema de almacenamiento de agua en 2 meses con un presupuesto de \$200.000 dólares americanos.

Tabla 4.8. Costo de materiales de implementación por parcela de 11,04 Ha.

MATERIALES	UNIDAD	CANT.*	V. UNIT.	SUBTOT.
Manguera polietileno 3/4", 90 PSI, rollo1000m	unidad	3	90,86	602,58
Tubo PVC de 50 mm, 6m, 0,8 mpa	unidad	63,158	7,15	451,58
Neplo Adaptador 3/4" MR	unidad	30	0,92	27,6
Neplo adaptador, 50 mm liso, a 1½" RM	unidad	6	1,68	10,08
Tapa rosca hembra 1/2"	unidad	75	0,58	43,50
Collarín de 1,5" a 3/4 H	unidad	18	2,02	36,36
Collarín de 3/4 a 1/2" H	unidad	51	1,44	73,44
Codo 3/4" 90 grados	unidad	18	1,57	28,26
Válvulas de paso de 1,5"	unidad	3	16,8	50,40
Bushing 3/4 por 1/2"	unidad	18	0,88	15,84
Tubo PVC 1/2" R x 6m de 420PSI	unidad	18	5,71	102,78
Unión roscada de 1/2 HR	unidad	18	0,67	12,06
Aspersor NAAN 5022 1/2"	unidad	18	7,10	127,80
Teflón	unidad	18	0,20	3,60
Unión flex de 3/4	unidad	12	0,26	3,12
Tapón liso espiga campana 50 mm	unidad	3	1,12	3,36
Inyector de fertilizante	unidad	3	26,32	78,96
Postes de madera de 1,70m.	unidad	60	1,25	75,00
Estacas de 0,5m	unidad	90	0,35	31,50
Filtro Azud del tipo T	unidad	2	100,00	200,00
Cajas para válvulas (0,25m x 0,30m)				
Arena	m³	0,25	28,00	7,00
Cemento (saco de 50 kg)	saco	1,00	7,75	7,75
Tabla/encofrado	unidad	1,00	4,50	4,50
Tapa para caja/válvula	unidad	1,00	30,00	30,00
Candado para caja/válvula		1,00	3,75	3,75
Subtotal a nivel de parcela de 11,04 Ha	2.030,82			

Fuente: Orbes Agrícola S.A.C.

En este sentido dado las deficientes condiciones que actualmente existe en el sistema de riego y uso de agua respecto al rendimiento agrícola en los valles: alto piura y san lorenzo, se propone la construcción de diques y sistema de bombeo que mejoran la administración del recurso para el riego constante y adecuado de los cultivos mediante riego tecnificado de goteo y riego parcial de raíces; la

construcción de estos diques tienen un costo de \$700.000 dólares americanos y para la conexión a cada parcela de 11,04 ha el costo es de \$2.030,82 por parcela lo que generaría una valoración de \$183.951,06 dólares americanos para las 1.000 Ha.

Por lo tanto el costo total del proyecto para la mejora de riego de 1.000 ha con riego tecnificado de riego por goteo y riego parcial de raíces tiene un valor aproximado de ejecución de \$883.951,06 dólares americanos.

El proyecto tiene un impacto y un efecto de costo/beneficio por motivos de inversión pública y privada por lo tanto el principal beneficio del sistema de goteo eficiente y la propuesta de un sistema de riego parcial de raíces repercute en los siguientes alcances:

- i. Racionalización del agua.
- ii. Adaptación de la planta.
- iii. Aumento y estabilidad en el tamaño de limón.
- iv. Precocidad de limón.
- v. Aumento de 2 Tm/Ha (2,0%).
- vi. Cuidado del agua (ahorro entre 15 y 20% de agua)

4.2. Discusión

El desarrollo de la presente investigación significa un antecedente significativo en el análisis de inversión en el sector agrícola debido a que los resultados requirieron la coadunación de los modelos predictivos y gestión de proyectos basado en el PMBOK, al igual que las investigaciones anteriores como la realizada por Castillo (2005), resulta indispensable desarrollar los estudios siguiendo el lineamiento de la metodología de proyectos, partiendo de la investigación de los antecedentes históricos, la descripción del producto, sus características, el producto en el mercado y un análisis de la oferta y la demanda, su comercialización y análisis de precios, seguidamente, el diseño del mismo, la capacidad instalada, la tecnología a utilizar, el requerimiento de agua, la memoria hidráulica, entre otros aspectos.

Respecto a los factores agrícolas que explican el comportamiento de la producción del limón la investigación encontró que la cantidad de hectáreas sembradas, la inversión en mano de obra, el recurso hídrico y la temperatura, son las principales características que afectan la producción, de igual manera los diferentes autores e investigación como la de Rivera y Siguenza (1999) han demostrado que la disponibilidad de mano de obra competitiva, los insumos de primera calidad, para poder proveer a la fruta de todos los nutrientes necesarios para su buen desarrollo, las condiciones climáticas y geográficas.

Los resultados de los modelos estadísticos, permiten afirmar que existe un rango de condiciones climáticas y ambientales propias de ciertas temporadas que permiten a las hectáreas sembradas maximizar su producción naturalmente, así resultados como los de Gallo y López (2004) mencionan que existe una sobreoferta en los meses de verano en Piura, por lo tanto, este factor es favorable y puede ser más aprovechable si se extiende la precocidad debido a que este tipo de fruto tiene gran demanda por ser de utilidad diaria y los mercados lo adquieren lo más ágil posible en otras palabras los productores que logren posicionarlo antes y en condiciones óptimas, presentarán mayor rentabilidad.

La propuesta de riego, surge del acondicionamiento de propuestas probadas en otros países y que permiten mantener la agricultura nacional en vanguardia tecnológica y productiva, Torres (2010) menciona que en medio de la temporada de escasez de agua, la planta de limón discreta requiere entre 9.000 y 12.000 m³ / ha / año y el sistema sucesivo de agua debe estar conectado con volúmenes satisfactorios; en este sentido ocasionalmente la escasez de agua influye en la floración, fructificación, maduración prematura del fruto y menor cantidad de jugo, por lo tanto, precisamente se propone que el agua destinada a estos cultivos sea mejor administrada de esta manera se eliminaría el problema de disparidad en la producción de limones por árbol y respecto a los tamaños del fruto, para contrarrestar esta problemática también se propone el sistema de riego subterráneo en específico el riego parcial de raíz para la etapa de siembra debido a que permite el desarrollo más eficiente de las raíces y la adaptación de la planta para la racionalización del agua.

CONCLUSIONES

1. La metodología utilizada en la investigación permite el desarrollo confiable en este sector y fruto en estudio, maximizando el aprovechamiento de recursos y minimizando los riesgos de inversión y el incurrimento en pérdidas de sembríos, por lo tanto, la propuesta de implementación es un antecedente que demostró que el uso de técnicas de modelos predictivos concertados al diseño de proyectos posibilita la optimización de producción sostenible de limón.
A través del modelo de regresión lineal múltiple se logró explicar que por cada ha sembrada se producen 0,954 t de limón, por cada nuevo sol invertido en mano de obra 0,001 t, por cada metro cubico de agua puesto a disposición para el riego se incrementa en 2,616 t y finalmente el cambio de 1°C de la temperatura ambiental en el rango óptimo incrementa en 362,8 t la producción del limón.
2. Se utilizó el modelo de Cobb-Douglas para determinar el efecto del rendimiento promedio del limón examinando la inversión que se ha realizado en tecnología utilizada en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio, logró advertir que el aumento de un 1% en el capital de tecnología genera una disminución promedio de 4,1% en la producción de limón, sin embargo no es estadísticamente significativa, por lo tanto el modelo pierde utilidad predictiva a pesar de ello el valor encontrado sirve como referencia para hipotetizar que la inversión en tecnología no produce un efecto positivo y controlado.
3. Se desarrolló una propuesta a partir de los resultados de los modelos de regresión y que cuenta con dos fases, la primera consiste en la construcción del reservorio, implementación del sistema de bombeo y la construcción de un sistema de almacenamiento de agua, la segunda en la conexión tubular hacia cada parcela tanto subterránea como a nivel del suelo, este sistema permite un manejo adecuado del agua, superando los métodos tradicionales que gastaban cantidades innecesarias de agua.
4. Implementar la propuesta significa realizar una inversión en diques con un costo de \$700.000 dólares americanos y para la conexión a cada parcela de 11,04 ha el costo es de \$2.030,82 por parcela, lo que generaría una valoración de \$183.951,06 dólares americanos para las 1.000 ha; por lo tanto la ejecución del proyecto de riego tecnificado mediante riego por goteo y riego parcial de raíces tiene un valor aproximado de ejecución de \$883.951,06 dólares americanos.

RECOMENDACIONES

1. La inversión en sistemas de riego y otras implementaciones agrícolas requieren partir obligatoriamente de la detección de los errores y a su vez la continua consulta con expertos y fuentes bibliográficas, por lo tanto, la generación de material intelectual, manuales y asistir a ella es indispensable para la puesta en marcha de planes individualizados a la realidad situacional, en este sentido se recomienda el uso de esta investigación como un antecedente. Se recomienda la revisión trimestral de los factores agrícolas de capital y trabajo debido a la falta de efecto sobre el rendimiento y producción de los cultivos de limón, en este sentido la aplicación de planes de monitoreo pueden permitir reconocer y ubicar el error dentro de las áreas de herramientas, tecnología, mano de obra y capacitación.
2. Es necesario el re-direccionamiento de inversión en tecnología, debido a que estadísticamente, existen efectos negativos, entonces la inversión, lejos de lograr la maximización de la producción la perjudica, esto puede deberse a las políticas de las empresas y comunidades del sector agrícola que cuentan con más programas reactivos que preventivos, encontrándose supeditados a recurrir a servicios externos para el control y solución del problema.
3. Los modelos demostraron que el riego es el principal agente controlable dentro de los factores agrícolas de tierra que influye sobre la producción del limón, por lo tanto la correcta selección de la técnica puede ofrecer mejor rendimiento, en este sentido se recomienda el riego parcial de raíces (subterráneo) para la etapa de siembra (crecimiento de raíz) y el riego por goteo para las etapas siguientes, de esta manera se tendrá un mayor control del agua, optimización en el tamaño del fruto y un impacto ecológico positivo sobre el uso del agua.
4. Las asociaciones de agricultores de limón, la Dirección Regional de Agricultura así como el Gobierno Regional de Piura, deben coadunar esfuerzos para promover la capacitación de los agricultores así como implementar los sistemas y tecnologías con efectos positivos comprobados, que se vienen desarrollando en diferentes partes del mundo y que han logrado la sostenibilidad de la actividad, sincrónicamente es necesario la entrega de documentación y la exposición de los alcances en corto, mediano y largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrodata Perú. (2018). *Limón Sutil Perú Exportación 2018 Junio*. Perú. Obtenido de <https://www.agrodataperu.com/2018/07/limon-sutil-peru-exportacion-2018-junio.html>
- Agrodata Perú. (2018). *Limón Tahiti Perú Exportación 2018 Junio*. Perú. Obtenido de <https://www.agrodataperu.com/2018/07/limon-tahiti-peru-exportacion-2018-junio.html>
- Agustí, M. (2010). *Fruticultura*. Madrid: 2º edición.
- Alcolea, I. (2009). *Glosario de Agricultura Ecológica*. España.
- Amorós, M. (2000). *Riego por Goteo en Cítricos*. España: Edición, 1ª reimpresión.
- AMPEX. (2008). *Perfil de mercado de limón (Citrus)*. Piura.
- Aznar, J. S., & Fayos, G. S. (2006). *Cítricos: variedades y técnicas de cultivo*. España.
- Cárdenas, K. L. (2013). *Planeamiento estratégico del limón*. Lima, Perú.
- Castillo Arroyo, M. E. (2005). *Proyecto de factibilidad para la producción y comercialización del limón, en el municipio de el jícaro, departamento de el progreso*. Guatemala.
- CCI, C. C. (2003). *Limas y limones. Inteligencia de Mercados*. Colombia. Obtenido de http://www.cci.org.co/cci/cci_x/Sim/Perfil%20de%20Productos/perfil%2018%20Limas%20y%20limones.pdf
- Chinchay, L. (2007). *Plan maestro de gestión integrada de los recursos hídricos en las cuencas hidrográficas de la Región Piura*. Piura.
- Cillóniz, B. (2008). *El limón en el norte peruano*. Lima.
- CIPCA-Perú. (2010). *Políticas públicas y presupuesto para la pequeña agricultura*. Castilla: Grupo Propuesta Ciudadana.
- Correo. (21 de Enero de 2018). Chile se consolida como principal destino de las exportaciones de limón piurano.
- Davies, F. S. (1999). *Cítricos*. Florida.
- Elizalde, E., & Vallalodid, M. (2009). *Ciclo biológico de la “mosca negra de los cítricos” (Aleurocanthus woglumi ASHBY)*. Lima.
- FAO, O. d. (2001). *CAPÍTULO 4: BREVE PANORAMA DE LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS*. Obtenido de Factores determinantes de los sistemas agrícolas: <http://www.fao.org/docrep/006/AD682S/ad682s08.htm#fn90>
- Gallo Riofrío, M. S., & López Sernaqué, A. O. (2004). *El cultivo del limón sutil en el departamento de Piura. Estudio de caso: agro-exportación de limón sutil a los estados unidos*. Piura.
- Gardner, R. A. (2001). *Resolving the process paradox*. Quality Progress.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.

- INEI. (2015). *Almanaque estadístico 2015*. Lima: Instituto Nacional de estadística e Información.
- Infoagro. (2007). *El cultivo de limones*. España.
- Instituto de Ecología y Sistemática. (1999). *Cuba y sus árboles*. Cuba: Academia.
- Kimball, D. A. (2002). *Procesado de Cítricos*. España.
- Martínez, H., & Ávila, E. (2009). *Metodología de la investigación*. México: CENGAGE Learning.
- MINAGRI. (2013). *Producción agrícola de los principales cultivos*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego.
- MINCETUR. (2017). *Reporte regional de comercio pen Piura*. Piura: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.
- Ministerio de Agricultura y riego. (2017). *Informe del Limón*. Lima.
- Molenberghs, G., Faes, C., & Verbeke, G. (2015). *Hierarchical and Multivariate Data*. Belgium.
- Murillo G, O. M. (2010). Ficha técnica limón ácido (citrus limon). En *Tecnología de alimentos*. Colombia.
- Narrea-Cango. (2010). *Evaluación de Plagas de Frutales. Clases de Evaluación de Insectos*. Iquitos.
- Ortiz, F., & García, M. d. (2006). *Metodología de la Investigación. El proceso y sus técnicas*. México: Limusa.
- PMBOK. (2017). *A guide to the project management body of knowledge. PMBOK Guide*. Project Management Institute.
- Ríos, D. (2010). *Producción del limón peruano*. Piura.
- Rivera, S. M., & Siguenza, O. D. (1999). *Producción del limón Tahití en la provincia de los Rios y su comercialización hacia el mercado Estadounidense*. Quito.
- Rodríguez, U. V. (2002). *Manejo integrado de cultivo de limón*. Sullana.
- Sánchez, H., & Reyes, C. (2006). *Metodología y diseños en investigación científica*. Lima: Visión Universitaria.
- Torres, M. (2010). *Riesgos climáticos en cítricos: sintomatología y evolución de daños*. España: 1º Edición.
- Vanegas, M. d. (2002). *Cultivo del limón persico*. Lima.
- Vegas, U. (2011). *Manejo integrado del cultivo de limón*. Piura.
- Villeda, E. (2014). *El limón pérsico*. El Salvador.
- Yagui Uku, E. A., & Rodríguez Gómez, T. A. (1993). *Estrategia de Desarrollo Agroindustrial para un grupo Empresarial dedicado a la Industrialización de Limón*. Lima.

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia

<p style="text-align: center;">“PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE CULTIVO DE LIMÓN BASADO EN MODELOS PREDICTIVOS DE RENDIMIENTO AGRÍCOLA EN LOS VALLES: ALTO PIURA Y SAN LORENZO, 2018”</p> <p style="text-align: center;">Br. Jean Paul López Aita</p>				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables / Indicadores	Metodología
<p>General ¿Qué implementaciones tecnológicas y factores agrícolas deben considerarse en la producción del limón para la optimización del proceso en los valles del Alto Piura y San Lorenzo?</p> <p>Específicos i. ¿Qué factores agrícolas explican el pronóstico de la producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio? ii. ¿Cuál es el efecto del rendimiento promedio del limón con respecto a la inversión en tecnología utilizada en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio? iii. ¿Qué técnicas y tecnología debe implementarse para aumentar el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo? iv. ¿Cuál es la factibilidad de la propuesta de implementación de tecnología agrícola para aumentar el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo?</p>	<p>General Diseñar una propuesta de implementación tecnológica basada en los factores agrícolas que deben considerarse para optimizar el proceso de producción de limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo.</p> <p>Específicos i. Elaborar modelos predictivos a partir de los factores agrícolas que explican el comportamiento de la producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio. ii. Determinar el efecto del rendimiento promedio del limón con respecto a la tecnología utilizada en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio. iii. Proponer las técnicas y tecnologías necesarias para aumentar el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo. iv. Determinar los costos de la implementación de la propuesta de implementación de tecnología agrícola para aumentar el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo.</p>	<p>General H1: La propuesta de implementación tecnológica a partir del pronóstico de los factores agrícolas optimiza el proceso de producción de limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo.</p> <p>Específicas H1: Los factores agrícolas explican el comportamiento de la producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio. H2: El rendimiento promedio del limón presenta relación directa y positiva con respecto a la tecnología utilizada en los valles del Alto Piura y San Lorenzo durante los años de estudio. H3: La implementación de técnicas y tecnologías aumenta el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo. H4: Es factible la propuesta de implementación de tecnología agrícola para aumentar el volumen de producción del limón en los valles del Alto Piura y San Lorenzo.</p> <p>Justificación La investigación tiene justificación teórica debido a que parte de la teoría agroindustrial que la implementación tecnológica y las prácticas eficientes en el proceso de cultivo de limón pueden lograr una producción de al menos 20 TM/ha, además de ello para la evaluación se utilizan modelos teóricos y simulación tal como la función</p>	<p>Unidad de análisis: Cada mes de producción y los recursos que generaron tal resultado.</p> <p>Variable independiente: ❖ Factores agrícolas</p> <p>Dimensión: ❖ Capital ❖ Trabajo ❖ Tierra</p> <p>Indicador: ❖ Registros de ocurrencia ❖ Inversión ❖ Herramientas ❖ Tecnología ❖ Mano de obra ❖ Capacitación ❖ Conocimiento ❖ Técnicas ❖ Recurso hídrico ❖ Temperatura ❖ Características del terreno</p> <p>Variables dependientes: ❖ Producción de limón</p> <p>Dimensiones: ❖ Cantidad en TM/ha ❖ Residuo en TM/ha</p> <p>Indicadores: ❖ Identificación de situaciones peligrosas ❖ Toneladas de producción bruta</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Método: Hipotético-deductivo</p> <p>Técnica e instrumentos De muestreo: Selección de todos los casos en el periodo 2010-2016. De recolección de datos: Se utilizará la revisión documental. De procesamiento: Se utilizará el programa estadístico IBM SPSS y el programa M. Excel. Población: Está constituida por 36 casos. Muestra: Está constituida por 36 casos. Procedimientos: Se procede a revisar las hojas de registro y diseñar la propuesta.</p>

		<p>Cobb Douglas o mediante regresión multivalente en este sentido hace uso de las bases del conocimiento estadístico.</p> <p>Con respecto a la justificación práctica y técnica por la naturaleza de investigación aplicada, el estudio debe contar con la utilización de procedimientos oportunos que significarán una guía para la posterior implementación en las zonas de cultivo de limón de los valles del Alto Piura y San Lorenzo, por ello parte del diagnóstico situacional y se anticipa a la elección correcta de procedimientos y tecnologías para desarrollar un formato documentado, basado en la realidad zonal.</p> <p>Importancia La importancia del estudio reside en proporcionar información coherente y necesaria para el alcance de los objetivos de producción agrícola dado que se trata de la principal actividad económica de la región y esta puede ser mejorada en el cultivo de limón, además en el proyecto se establecen acciones responsables con el medio ambiente y en preservación de los nutrientes de la tierra para las posteriores épocas de cultivo y cosecha.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Rendimientos crecientes ❖ Rendimientos decrecientes ❖ Rendimientos constantes ❖ Toneladas de residuo <p>Variables interviniente:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Propuesta de optimización del proceso <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Condicionantes ❖ Determinantes <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Recursos hídricos ❖ Recursos económicos ❖ Recursos geográficos y climáticos ❖ Fuentes de materia prima ❖ Mano de obra ❖ Tecnología 	
--	--	--	--	--

Anexo N° 02: Hoja de recolección de datos

Mes - Año	Cantidad en TM/ha				Residuo en TM/ha	Capital			Trabajo				Tierra		
	Toneladas de producción bruta	Rendimientos crecientes	Rendimientos decrecientes	Rendimientos constantes	Toneladas de residuo	Inversión	Herramientas	Tecnología	Mano de obra	Capacitación	Conocimiento	Técnicas	Recurso hídrico	Temperatura	Características del terreno
Ene-10															
Feb-10															
Mar-10															
.															
.															
.															
Oct-16															
Nov-16															
Dic-16															

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 03: Datos

Toneladas	Hectáreas	Merma	Inversión	Inversión	Precio de c	Agua de Po	Agua de Sa	Recurso h	Temperatu	Año	Mes	Tiempo
11912.00	11074.00	35.74	2502423	22740345	2.600	259.000	80.350	339.35	26.700	2015		1 Ene-15
14242.00	12121.00	14.24	2636778	22538991	2.250	306.300	93.700	400.00	28.000	2015		2 Feb-15
15471.00	12534.00	15.47	3292218	25362664	2.330	312.600	193.750	506.35	28.000	2015		3 Mar-15
15987.00	12314.00	47.96	2714298	26002516	2.320	405.600	198.380	603.98	27.300	2015		4 Abr-15
16041.00	12831.00	144.37	3837200	33966000	2.900	418.200	195.940	614.14	26.100	2015		5 May-15
14251.00	12131.00	57.00	2826728	28203410	2.690	449.100	201.260	650.36	24.700	2015		6 Jun-15
10359.00	10093.00	82.87	1523560	25487704	2.130	452.800	200.280	653.08	23.700	2015		7 Jul-15
9238.00	10160.00	36.95	2145846	13998829	2.220	408.900	163.270	572.17	22.600	2015		8 Ago-15
9073.00	10043.00	27.22	1886840	12041795	2.010	325.600	106.360	431.96	23.700	2015		9 Set-15
8418.00	9135.00	58.93	1695661	15295494	2.500	248.200	67.840	316.04	24.000	2015		10 Oct-15
9776.00	10168.00	29.33	1783826	18208572	2.530	200.000	43.520	243.52	24.500	2015		11 Nov-15
14674.00	12143.00	58.70	2455625	25275241	3.120	155.600	45.910	201.51	26.400	2015		12 Dic-15
11423.00	11102.00	34.27	2832048	19762256	2.450	203.200	49.330	252.53	27.700	2016		1 Ene-16
14433.00	12190.00	86.60	2930484	27350777	2.580	281.500	92.200	373.70	28.600	2016		2 Feb-16
16913.00	13943.00	33.83	3286374	32341346	2.590	281.500	202.780	484.28	28.400	2016		3 Mar-16
17460.00	13478.00	69.84	3108160	29210995	2.720	404.200	199.390	603.59	27.100	2016		4 Abr-16
14648.00	11386.00	87.89	3330221	32985596	2.960	404.200	191.190	595.39	25.000	2016		5 May-16
11483.00	11342.00	22.97	2015578	28355844	3.280	427.100	201.170	628.27	23.700	2016		6 Jun-16
9989.00	9384.00	29.97	3115550	24880957	3.170	425.100	176.270	601.37	22.700	2016		7 Jul-16
11620.00	11194.00	104.58	3852894	22253820	3.140	361.300	132.990	494.29	22.400	2016		8 Ago-16
9163.00	10272.00	64.14	2338239	21785827	3.000	277.400	85.320	362.72	22.700	2016		9 Set-16
11450.00	12004.00	68.70	3026820	20433880	2.960	162.500	35.330	197.83	22.600	2016		10 Oct-16
12549.00	12174.00	62.75	3333801	27737382	2.950	96.300	15.030	111.33	23.300	2016		11 Nov-16
6902.00	7227.00	48.31	1975985	15755255	3.040	103.800	19.980	123.78	25.000	2016		12 Dic-16
7727.00	6535.00	15.45	2067662	23820849	2.525	231.100	64.840	295.94	27.200	2017		1 Ene-17
7320.00	8522.00	43.92	1459557	22695883	2.415	293.900	92.950	386.85	28.300	2017		2 Feb-17
6290.00	6454.00	37.74	1135956	18288282	2.460	297.050	198.265	495.32	28.200	2017		3 Mar-17
5806.00	4451.00	5.81	1330496	10533183	2.520	404.900	198.885	603.79	27.200	2017		4 Abr-17
4779.00	4508.00	9.56	1092003	10614826	2.930	411.200	193.565	604.77	25.550	2017		5 May-17
4809.00	4511.00	24.05	1528306	10595349	2.985	438.100	201.215	639.32	24.200	2017		6 Jun-17
2835.00	3529.00	14.18	1319135	12452007	2.650	438.950	188.275	627.23	23.200	2017		7 Jul-17
2125.00	2474.00	8.50	1197124	12103557	2.680	385.100	148.130	533.23	22.500	2017		8 Ago-17

1955.00	2491.00	5.87	1043446	13521397	2.505	301.500	95.840	397.34	23.200	2017	9 Set-17
2705.00	3476.00	24.35	1006897	10399403	2.730	205.350	51.585	256.94	23.300	2017	10 Oct-17
6222.00	5002.00	6.22	1528398	12559926	2.740	148.150	29.275	177.43	23.900	2017	11 Nov-17
15421.00	13900.00	15.42	4697999	35584339	3.080	129.700	32.945	162.65	23.700	2017	12 Dic-17



Anexo N° 04: Constancia de recolección de datos



GOBIERNO REGIONAL PIURA
GERENCIA REGIONAL DE DESARROLLO ECONÓMICO
DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA PIURA

"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

CONSTANCIA DE RECOLECCION DE DATOS

El Director de la Oficina de Estadística de la Dirección Regional de Agricultura Piura, que suscribe,

HACE CONSTAR:

Que, el señor JEAN PAUL LOPEZ AITA, ha hecho llegar a mi despacho su solicitud de recolección de datos de siembra, cosecha, producción y rendimiento de limón para el periodo 2015-2017, con el fin de desarrollar su investigación *"Propuesta de Mejora del proceso de cultivo de limón, basado en modelos predictivos de rendimiento agrícola en los valles alto Piura y San Lorenzo 2018"*, brindándosele las facilidades del caso.

Se expide la presente Constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Piura, 07 de marzo de 2019



DIRECCIÓN REGIONAL DE AGRICULTURA PIURA
OFICINA DE ESTADÍSTICA

Ang. Abner H. Acuña Aibere
DIRECTOR (r)

Anexo N° 05: Acta de Constitución del Proyecto basado en el PMBOK 6ta edición (2017)

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

A. INFORMACION GENERAL

Nombre del Proyecto: Mejora del proceso de cultivo de limón en los valles: Alto Piura y San Lorenzo.

B. ANTECEDENTES

Las áreas de mayor producción de limón en Piura son: Valle de San Lorenzo, que cuenta con 9.738 hectáreas de limonero, seguido de Sullana con 4.108 hectáreas y Chulucanas con 1.445 hectáreas.

Agraria.pe detalló que en Piura se instalan alrededor de 12.000 hectáreas de limón anualmente cuyo rendimiento promedio es de aproximadamente 10 toneladas métricas por hectárea (ha), encontrándose a la mitad de la producción potencial.

Los precios del limón para fábrica o industria (aceite y esencia) cayeron de s/.17 en bolsas de 50 kg en el 2017 a S/.5 y S/.7 debido al tamaño (pequeño).

C. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Piura es actualmente la principal región productora de limón del Perú con 16.904 ha cultivadas tal como lo indica el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), asimismo los territorios de mayor cultivo de limón en Piura son: Valle de San Lorenzo con 9.738 ha de limonero, luego Sullana cuenta con 4.108 ha y Chulucanas con 1.445 ha. (Correo, 2018)

El limón es considerado un cultivo permanente, debido a que su siembra y cosecha se da durante todo el año, sin embargo, es en los meses de enero y junio cuando se tiene mayor cosecha, representando así el 60% a nivel nacional, el limón es un fruto muy rentable debido a que su periodo vegetativo es de tres años y la vida económica del cultivo es de aproximadamente 15 años. Los Valles del Chira y Bajo Piura están privilegiados por el paso de los ríos Chira y Piura; alcanzando un total de 35.000 y 45.000 ha bajo riego respectivamente, el Reservorio de Poechos tiene un papel protagónico en esta función con una capacidad efectiva de más de 750 millones de metros cúbicos. Con respecto al Valle de San Lorenzo éste cuenta con una capacidad de almacenamiento de 250 millones de metros cúbicos y el Valle del Alto Piura no cuenta con esta capacidad para regular el riego. Dadas estas condiciones las técnicas de riego se basan en el uso de pozos tubulares y semi tubular, así como la agricultura de secano o temporal. (CIPCA-Perú, 2010)

Previamente, los resultados encontrados ponen en evidencia que las hectáreas sembradas, inversión en mano de obra, recurso hídrico y temperatura °C, son los factores que producen efectos sobre la producción de limón.

D. REQUISITOS QUE SATISFACEN LAS NECESIDADES, DESEOS Y EXPECTATIVAS DEL CLIENTE, PATROCINADOR Y DEMAS INTERESADOS

D1. Funcionales

- El proyecto debe reflejar todos los estándares de calidad.
- El proyecto debe demostrar las fortalezas de la organización.
- El proyecto debe contar con un alto grupo de profesionales.
- El proyecto debe facilitar el objetivo principal de la labor encomendada.
- El proyecto debe estar al alcance de todos los pobladores del sector.
- El proyecto debe buscar la interrelación con otras instituciones como Dirección Regional de Agricultura y gobierno Regional de Piura.
- El proyecto debe destacar su estabilidad económica.

D2. Técnicos

- La instalación debe ser la adecuada para la función a cumplir.
- Las facilidades de acceso deben ser cubiertas.
- Los ambientes deben estar implementados.
- Los espacios deben ser los adecuados y necesarios.

E. ALINEAMIENTO DEL PROYECTO A LOS OBJETIVOS ESTRATEGICOS

E1. Objetivos estratégicos a los que contribuirá el Proyecto

- Aumentar la producción en 2 Tm/Ha en los primeros años.
- Desarrollo de conocimientos, actitudes y prácticas de los agricultores.
- Capacitación y alineación al sector profesional de ingeniería para el uso de nuevas técnicas y herramientas de agricultura.

E2. Objetivos del Proyecto

- La instalación del proyecto no debe exceder los 111 días hábiles de trabajo.
- El proyecto debe tener en cuenta las nuevas tendencias agrícolas.
- Se optará por un sistema desmontable y reajutable.
- El proyecto debe ser auto sostenible con el uso de energías renovables.

F. GERENTE DEL PROYECTO Y SU NIVEL DE AUTORIDAD

Nombre del Gerente del Proyecto

Ing. Agrónomo especializado en cultivos cítricos.

Responsabilidades principales:

- Definición y presentación del proyecto: Elaborar el Plan del Proyecto y asegurar que se cumpla lo establecido. Participar en la definición del mismo y en la presentación de las etapas.
- Planificación: Una vez definida la presentación se deberá pasar a la planificación, momento clave en donde se definen fechas, plazos, responsables, recursos y costos.
- Labores de seguimiento y control: Reportar periódicamente la situación del proyecto. Actualizar periódicamente el Plan del Proyecto.
- Implementación de soluciones o cambios: Es fundamental que tenga la capacidad de gestionar los recursos, implementando cambios y soluciones.
- Asegurar la integridad y calidad de los entregables generados en el proyecto.

Atribuciones principales:

- Tendrá la suficiente autoridad y atribución como para resolver los conflictos que puedan poner en riesgo y los objetivos y metas del proyecto.
- Contar con la capacidad de evaluar con criterio y de forma constante el avance del proyecto; debe decidir cuándo y cómo intervenir en el proceso.

G. RESTRICCIONES DE LA ORGANIZACIÓN

- El presupuesto no podrá exceder al 10% del monto aprobado.
- Se realizare una constante revisión a la infraestructura sin sobrepasar los costos del presupuesto estipulado.
- Se deberá contar con un stand de profesionales calificados para la puesta en marcha del proyecto.
- Se respetará el cronograma de obra para cada una de las fases de instalación.
- Los materiales deberán cumplir con las certificaciones de calidad adecuadas.

H. SUPUESTOS (ASUNCIONES) DE LA ORGANIZACIÓN

- Se contará con una base de datos como soporte técnico.
- El proyecto deberá ser flexible y considerar la diversidad de actividades que amerita la actividad.
- La infraestructura e implementación permitirá facilitar el desarrollo de actividades de seguimiento.
- Las personas responsables de aprobar los entregables se sujetarán a los plazos establecidos en el Plan del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia, basado en el reglamento PMBOK 6ta edición (2017).

REQUERIMIENTOS

Tabla 4.9. Requerimientos generales de inversión en infraestructura y materiales.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Requerimientos del negocio	La implementación del sistema de riego para limón sutil, para dotar de agua 1.000 ha para cultivo en un plazo establecido de 360 días con un presupuesto de USS. 700.000.
Requerimientos funcionales	Construir un reservorio tipo DIQUE REPRESA de una capacidad de 80.000 m ³ . Sistema de bombeo de captación con 4 bombas sumergibles de 150HP, 170 LPS y 60 m ADT. Construcción de un sistema de almacenamiento de agua con una capacidad de 350 m ³ que aseguren 1h de bombeo continuo para 1000ha, con suelo estabilizado con geoceldas y revestido con geomembrana hope 1,5mm. Sistema de filtración con grava que garantiza un porcentaje de sólidos suspendidos menor a 3%. Sistema de bombeo para riego (bombas de riego 50HP, 30 m ADT, caudal nominal de 70 LPS), sistema de tuberías de riego de 0,5” de diámetro.

Fuente: Elaboración propia, basado en el reglamento PMBOK 6ta edición (2017).

MATRIZ DE TRAZABILIDAD DEL PROYECTO

Tabla 4.10. Matriz de trazabilidad para el cumplimiento del proyecto.

ID	Descripción del Requisito	Criterios de Aceptación	Prioridad	Complejidad	Supuestos / Restricción	Clasificación (marcar con una X)		Tipo de Requisito (marcar con una X)					
						Producto	Proyecto	De negocio	Funcional	No funcional	Calidad	Soporte y mantenimiento	Comunicación
1	CONSTRUIR RESERVORIO TIPO DIQUE REPRESA CON DE UNA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO 80.000 M ³ , CON LAS SIGUIENTES DIMENSIONES (120 X 80 M CON UNA PROFUNDIDAD DE 10 METROS, TALUD DE 45°). DE MATERIAL DE CONFORMACION COMPACTADO Y RECUBIERTO CON GEOMEMBRANA 1,5 MM DE ESPESOR. (DEBE CUMPLIR PRUEBA DE ESTANQUEIDAD)	CAPACIDAD Y DIMENSIONES DE ACUERDO EXPEDIENTE TECNICO	ALTA	ALTA	PERMISO MUNICIPAL APROBADO	X		X	X		X		
2	SISTEMA DE BOMBEO DE CAPTACION Y TENDIDO DE TUBERIAS 4 BOMBAS SUMERGIBLES CADA UNA CON POTENCIA 150HP, 170 LPS, ADT 60 M. SISTEMA DE CONDUCCION DE TUBERIAS DE 500 MM POR	CAPACIDAD Y DIMENSIONES DE ACUERDO EXPEDIENTE TECNICO	ALTA	ALTA	TIEMPO DE IMPORTACION	X			X		X		

	UNA DISTANCIA DE 8KM EN MATERIAL PVC CALSE 5												
3	CONSTRUCCION DE SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CON UNA CAPACIDAD DE 350 M ³ QUE ASEGURAN 1 HORA DE BOMBEO CONTINUO PARA 1000 HA. CON SUELO ESTABILIZADO CON GEOCELAS Y REVESTIDO CON GEOMENBRANA HDPE 1,5MM	CAPACIDAD Y DIMENSIONES DE ACUERDO EXPEDIENTE TECNICO	ALTA	MEDIA	TERRENOS NIVELADOS	X			X		X		
4	SISTEMA DE FILTRACION CON GRAVA QUE GARANTIZA UN % DE SOLIDOS SUSPENDIDOS MENOR A 3%	% DE SOLIDOS SUSPENDIDOS MENOR A 3%	ALTA	BAJA	INSTALACION RAPIDA	X			X		X		
5	SISTEMA DE BOMBEO PARA RIEGO POR GOTE (BOMBAS DE RIEGO DE 50HP, ADT 30 M, CAUDAL NOMINAL DE 70LPS] SISTEMA DE TUBERIAS DE RIEGO DE 2" PULGADA DE DIAMETRO	CAPACIDAD, DIMENSIONES Y DISTANCIAS DE LINEAS DE RIEGO DE ACUERDO EXPEDIENTE TECNICO	ALTO	BAJA	TERRENO ACONDICIONADO PARA INSTALACION	X			X		X		
6	ADQUISICION DE MATERIALES Y EQUIPOS: COMPRA DE BOMBAS, TUBERIAS, ACCESORIOS DE BOMBEO, TABLEROS ELECTRICOS, GEOMEMBRANA. FILTROS.	ESPECIFICACIONES DE ACUERDO A EXPEDIENTE TECNICO	ALTO	MEDIO	CARTERA DE PROVEEDORES TIEMPO DE ADQUISICION		X		X		X		
7	MOVILIZACION DE EQUIPOS Y PERSONAL: HABILITACION DE AREAS PARA TRABAJO, INSTALACION DE CAMPAMENTO, TRASLADO DE EQUIPOS A LA ZONA DE TRABAJO, IMPLEMENTACION	VERIFICACION DE INVENTARIOS REQUERIDOS EN EL PROYECTO	ALTO	MEDIO	AREA DESIGNADA PARA TRABAJOS FALTA CONDICIONAMIENTO DE AREA		X		X		X		

	DE ALMACENES TEMPORALES												
8	INSPECCION DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA INSTALACION : PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	CUMPLIR CON LOS PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD DE LA EMPRESA	ALTO	ALTO	PERSONAL CALIFICADO		X		X		X		
9	RECLUTAMIENTO Y SELECCIÓN DE PERSONAL: MÍNIMO UN 40% DE PERSONAL PROCEDENTE DE LA ZONA DE INFLUENCIA.	CUMPLIR CON LEGISLACION EN COMPETENCIA Y CAPACITACION Y LO REQUERIDO POR LA EMPRESA	ALTO	ALTO	LECCIONES APRENDIDAS: RELACION DE PERSONAL CALIFICADO Y HABILITADO EN TRABAJOS SIMILARES FALTA DE PERSONAL CALIFICADO EN LA ZONA		X		X		X	X	
10	ALQUILER DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS PESADOS: ALQUILER DE EXCAVADORAS, MOTONIVELADORAS, CAMION GRUA, COMPACTADORAS	DE ACUERDO ESTABLECIDO CANTIDAD Y MONTO ESTABLECIDO EN PRESUPUESTO DEL PROYECTO	ALTO	MEDIO	CONTAMOS CON RESULTADOS DE EVALUACION DE PROVEEDORES		X		X		X		
REQ11	EL CLIENTE PROPORCIONARÁ LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO INDICADA EN EL CONTRATO, TAL COMO TÉRMINOS DE REFERENCIA Y MANUALES DE CONSTRUCCIÓN	DOCUMENTACION TÉCNICA: CONTRATO, TÉRMINOS DE REFERENCIA Y MANUALES DE CONSTRUCCIÓN, RECEPCIONADOS POR PA PERÚ	ALTA	ALTA	RESTRICCIÓN: INTERPRETACIÓN DE INFORMACIÓN A DETALLE		X			X			
REQ12	REALIZAR LA SUB- CONTRATACIÓN DE UNA EPS- RS REGISTRADA ANTE DIGESA QUE CUENTE CON UN CERTIFICADO DE DISPOSICIÓN FINAL.	CERTIFICADOS DE DISPOSICIÓN FINAL VIGENTES, REGISTRO DE DIGESA	MEDIA	BAJA	SUPUESTO	X					X		

DESARROLLO DEL PROYECTO

FASE DE RIEGO

Así, la planta se mantiene con un flujo adecuado de agua y suplementos, favoreciendo la fotosíntesis y la transpiración. Para elegir el tipo de riego, la accesibilidad del agua, el suelo, la geología, el clima, los costos del proyecto y los diferentes elementos podrían explicar la recurrencia y el volumen de plantación. En cualquier caso, se toma la decisión, considerando el gasto de la tarea, el soporte y la productividad del sistema de agua.

Sistemas de riego

Riego por gravedad

El riego por gravedad viene siendo el método usual para las actividades agrícolas de la provincia de Piura se da a través de pozas de inundación y por surcos, sin embargo presenta un problema de requerimiento de grandes cantidades de agua de regadío, esta característica es crítica en suelos de textura ligera (Arenosos) debido que además de la gran cantidad se distribuye heterogéneamente y la infiltración genera que mucha agua se desperdicie; también ocurren pérdidas notables en suelos pesado con arcillas expandibles que se resquebrajan causando erosión.

Riego a presión

Utiliza generalmente el agua proveniente de reservorios, para lograr la correcta administración, se requieren de bombas que conducen el agua a través de un sistema de tuberías y válvulas o arcos de riego y generalmente reduce el módulo de riego por hectárea, es posible independizar el riego y evitar que este llegue a mojar el cuello de planta. Entre los tipos de riego de este sistema destaca: por aspersión, micro aspersión y goteo.

Riego por goteo no convencional (SISTEMA INIA)

Es un arreglo de baja presión que almacena agua en una tienda terrestre con plástico extendido a 3 m. de la altura del terreno en desarrollo, permite obtener la presión adecuada con el objetivo de que funcione por gravedad y conducir el agua a través de tubos de PVC. El agua alcanza el pie de la planta con tubos de PVC de 5/8 "o una manguera adaptable de 16 mm. de ancho interior, con emisores (tubos de escala miniaturizados) de 1 o 2 mm. de ancho interno; se trata de un sistema de agua de regulación según los números y longitud de los tubos a pequeña escala.

Frecuencia de riego

Se caracteriza como el intervalo de tiempo que ocurre entre el riego y otro, según el tipo de suelo, siendo más frecuente los riegos en los suelos ligeros de textura franco-arenoso que en suelos pesados finos de textura franco-arcillosos. También debe tenerse en cuenta la napa o nivel freático del terreno, contenido de sales, es decir los problemas de mal drenaje y salinidad, características que están relacionadas. De esta manera, se prescribe que en suelos arenosos deben regarse con poco caudal, evitando que los fertilizantes aplicados lleguen a mayor profundidad lavándose lixiviándose los nutrientes.

En la investigación se propone el riego a presión con utilización de bombas que permitan el riego continuo de los limoneros según las necesidades de la planta, sin embargo, también se propone el riego parcial de raíces con instalación desmontable que sirve para las nuevas plantas, este sistema consiste en la generación rápida y de mayor longitud de raíces, así como la adaptación de la planta al uso del agua en menores cantidades a las habituales.



Figura 4.3. Instalación de riego parcial de raíces.

Fuente: Europa Press (2016).

A través del uso de tubos es posible regar la raíz y permitirle un crecimiento de mayor longitud a profundidad además de adaptar la planta con respecto al uso racional del agua.

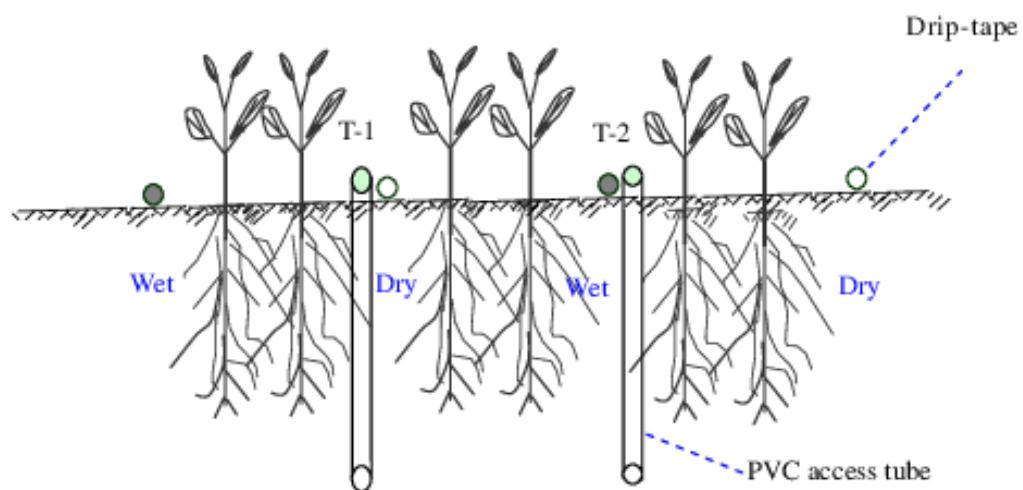


Figura 4.4. Funcionamiento de la instalación de riego parcial de raíces.

Fuente: *Water use and yield response of cotton to alternate partial root-zone drip irrigation in the arid area of north-west China* (2008).

Una vez que la planta llegue a un desarrollo prudente será necesario desmontar la instalación y utilizarla en otra área para continuar el proceso ya sea por aspersión o mediante la utilización de riego por goteo.

CARACTERÍSTICAS PRELIMINARES DE LA AGRICULTURA EN PIURA

Tipo de suelo

La presente sección del tipo de suelo ha sido tomada del Gobierno Regional Piura - GRP, 2006:

Valle San Lorenzo

Suelos con textura franco arcilloso, franco arcillo arenoso y franco arcillo limoso. Se observan principalmente en las llanuras aluviales de los sectores Quiroz, Chipillico, Partidor, San Isidro (colinas) y Valle de los Incas. Los suelos de textura media: franco arenoso, franco y franco limoso, se encuentran principalmente en los sectores San Isidro (llanura aluvial), Malingas, Somate Alto, Tambogrande y Hualtaco. Los suelos con textura arenosa y arena franca predominan en la llanura aluvial de Somate Bajo y en el sector Algarrobo, especialmente en Valle Hermoso.

Valle Alto Piura

En los distritos de Serrán, Bigote y Malacasí, morfológicamente, en este sector los suelos se caracterizan por un horizonte "A" de 30 a 50 cm. de espesor, de textura franco arenosa a franco limosa, que descansa sobre un horizonte "C" arenoso-grueso. Este horizonte presenta en la mayor parte de los casos, un porcentaje elevado de cantos rodados y gravillas que llegan hasta 60-70% del volumen. Los suelos tienen una tasa de infiltración rápida (3,6 cm/h). Su drenaje natural es de rápido a excesivo. Los carbonatos de calcio están ausentes.

Para los suelos de la parte media (Morropón, Buenos Aires y La Matanza), la topografía es generalmente plana; pero existen ciertas áreas de poca extensión de topografía ligeramente ondulada. Su característica morfológica presenta una secuencia de horizontes A-AC-C. La velocidad de infiltración es moderada y moderadamente lenta. La dotación en materia orgánica es baja. La reacción es neutra en la superficie y ligeramente alcalina en profundidad (pH 7,0 – 7,7). Por sus deficiencias graves de profundidad y de textura, los suelos de Bigote se recomiendan para frutales y pastizales; sin embargo, el cultivo predominante es el arroz. En Malacasí y Serrán, se cultiva predominantemente el maíz y frutales.

Los cultivos adaptables en este tipo de suelos son los frutales, maíz, algodón y arroz. En la parte baja (Yapatera, Batanes y Vicús), la textura es franco arenosa uniforme a través de todo el perfil, sin diferenciación visible entre horizontes. El drenaje es moderado y la infiltración moderadamente lenta (1,0 cm/h), la porosidad alta permite una buena aireación de los suelos. Estos suelos son poco afectados por salinidad, por el buen drenaje natural.

Sistema de abastecimiento regulado de agua

Tabla 4.11. Abastecimiento de diques y reservorios artificiales a construir.

ZONAS	CAPACIDAD	ZONAS ABASTECIDAS
San Lorenzo	Capacidad 258 MMC de agua, con una efectividad de 150-200 m3	Abastece a los Valles de San Lorenzo (Tambogrande), Medio Piura.
Represa Poechos	Capacidad 350 MMC, con un área de influencia 13.583 Km2	Abastece a los Valles de Chira, Cieneguillo, Medio y Bajo Piura.

Agua del Subsuelo	Existe un volumen de 100 MMC de agua, con una profundidad de 40 m. Existe un reservorio de napa freática o acuífera de 300 MMC	- Ubicados en el Valle del Alto Piura - Ubicados en la zona de Chulucanas, La Matanza, Bajo y Medio Piura.
Riego por Escorrentía	Pequeños reservorios y canales	Se utiliza en los Valles interandinos de la Sierra de Ayabaca, Huancabamba, Morropón, Costa del Alto Piura.

Obra Civil

Se requiere construir un reservorio artificial tipo DIQUE REPRESA de una capacidad de 80.000 m³. Luego la construcción de un sistema de almacenamiento de agua con una capacidad de 350 m³ que aseguren 1 h de bombeo continuo para 2.000 ha, con suelo estabilizado con geoceldas y revestido con geomembrana hope 1,5 mm.



Figura 4.5. Construcción del tanque reservorio.

Fuente: Manual de riego para paltos y cítricos (2016).

Instalación parcelaria

La instalación de riego para los cultivos adultos se ha diseñado con tubería PVC de la siguiente manera, para la tubería principal (PVC) se ha calculado un diámetro 2" x 100 PSI, para la tubería secundaria (PVC) de 1 1/2" x 100 PSI y una tubería lateral de 16 mm con manguera de polietileno. Las pérdidas en la tubería principal se estiman en 5,9 m, manteniendo una velocidad de 0,94 m/s. En la tubería secundaria las pérdidas son de 1.64 m a una velocidad de 0,47 m/s. Se recomienda que la velocidad no pase de 1,8 m/s para evitar las turbulencias en la tubería.

Es necesario que las pérdidas no sean mayores del 10% para mantener la presión menor de 1 m en la tubería lateral que es la adecuada en este tipo de sistemas. La velocidad en la tubería lateral es de 0,4 m/s y su pérdida de 7 cm.

El sistema cuenta con bombeo de captación con 4 bombas sumergibles de 150HP, 170 LPS y 60m ADT, válvulas de cheque Simons de 2" BR, válvulas de esfera PVC de 1", 1 1/4", 1 1/2", y de 2". Las válvulas tipo esfera plástica de aire están ubicadas a la mitad de cada uno de los bloques de riego ubicados en puntos estratégicos en función del relieve del terreno, así como su sistema de drenaje para el lavado del equipo cuando sea necesario.

Los laterales están compuestos por manguera de riego / goteo de polietileno de 16 mm de diámetro, con goteros de 8 L/h, la profundidad de la zanja es de 80 cm. El filtrado está compuesto por filtro de

anillo Azud de 2" del tipo T, ello con el objeto de contar con agua de buena calidad para riego, el sistema cuenta además con un sistema de inyección de fertilizante tipo Venturi de 1 pulgada, un accesorio de succión inyector, un inyector de fertilizante Mazzei 1.078 de 1".



Figura 4.6. Filtro Azud del tipo "T".

Fuente: Manual de riego para paltos y cítricos (2016).

Especificaciones técnicas

En el presente proyecto se prevé la siembra de 1.000 ha de cultivo de limón sutil, el cultivo cuenta con especificaciones de vanguardia, el riego por goteo y riego parcial de raíces, su fertilización y el control de plagas u enfermedades se aprovecha al máximo en este tipo de riego todo ello obedece a mejorar la producción y optimizar los recursos disponibles para lograr un desarrollo óptimo y una mejor productividad. Para el riego de limón sutil, tomando en cuenta un déficit de 120 litros diarios por planta, se propone un sistema de riego presurizado, con ciclo de riego diario, el tipo de gotero autocompensado del tipo Azud de 8 L/h, en cada punto de goteros, la distancia entre árboles es de 6 m y 7m entre laterales, el tiempo de riego por turno es de 4 horas, realizando un turno por día, el máximo caudal demandado es de 32 l/h, en los goteros.



Figura 4.7. Filtro Conector para mezclador.

Fuente: Manual de riego para paltos y cítricos (2016).

Diseño del sistema de riego

Se mencionará el criterio del diseño, las pérdidas por fricción, las distancias de las mangueras y el calendario de riego, así como el presupuesto del sistema de riego.

Criterio de diseño

Los criterios del diseño considerados básicamente fueron: el no permitir que la velocidad del agua dentro de la tubería sea mayor a 1,8 metros por segundo y que la diferencia entre presiones no exceda de un 20%, cuando así fuera el caso, se colocarán autocompensados o válvulas reguladoras.

Calendario de riego

Para el cultivo de limón se ha diseñado un turno al día con un tiempo de 4 horas por turno en los 4 goteros de 8 l/h cada uno, en los laterales, horas de riego son 45 min, por cada uno de los 7 sectores, 3 a la semana, con un caudal de 33 galones por minuto. Son 167 árboles por manzana que requieren una cantidad 4.384 m³/h de agua.

Calendario de actividades para la construcción del sistema

La construcción del sistema de riego se realiza en ciento once días, su distribución por actividad se muestra la siguiente tabla.

Calendario de actividades para la construcción del sistema

Tabla 4.12. Cronograma de actividades de construcción e implementación.

Actividades	Número de días
Traslado de bombas, tuberías y accesorios	8
Construir un reservorio artificial tipo DIQUE REPRESA	90
Trazo y zanjeo	25
Colocación de las tubería y las válvulas	20
Colocación de la manguera	20
Colocación de las bombas	10
Colocación del sistema de filtrado e inyector	10
Pruebas	5
Total	111

Operación del sistema de riego

El sistema de riego está diseñado en el área del limón criollo con válvulas de duración de 4 horas, el sistema de filtrado posee dos manómetros, uno en la entrada y el otro en la salida con la finalidad que al operar el equipo se pueda establecer cuando requiere limpieza.



Figura 4.8. Conector “y” de la válvula de la sección.

Fuente: Manual de riego para paltos y cítricos (2016).

Lo anterior se puede observar en el cambio de presiones de los manómetros, el primero de ellos eleva su presión y el segundo disminuye, lo que indica que los filtros están tapados y requieren limpieza.



Figura 4.9. Válvula del filtro principal.

Fuente: Manual de riego para paltos y cítricos (2016).

En cuanto al sistema de bombeo, todos los días se carga o prepara antes de arrancar, se debe chequear el sistema eléctrico, las válvulas de turno están abiertas y evitar accidentes, cabe indicar que la empresa que venda los equipos tendrá que dar un manual de operación y mantenimiento del equipo.



Figura 4.10. Bomba sumergible en pozo.

Fuente: Manual de riego para paltos y cítricos (2016).

Es importante revisar los cojinetes de los escudos del motor cada tres meses para evitar que las bobinas se quemen, al final es más costoso volver a embobinar que tener un stock (inventario de seguridad) mínimo de repuestos de cojinetes.

Capacidad instalada del proyecto

El equipo puede ser operado por una o dos personas por cada 10 hectáreas, la capacidad del sistema de riego permite regar en 4 horas las 1.000 ha y la producción sería al final de 5.000 limones por árbol.

Los meses de febrero, marzo y abril, son los meses más calurosos del año, y tienen una precipitación baja que corresponde en estos meses a un promedio de 10 mm de precipitación pluvial, lo cual es variable debido a los cambios de clima a nivel mundial.

Características y modalidades tecnológicas del riego

La mayoría de los productores de limón, utilizan sistemas de riego antiguos, por medio de canales de riego. En la actualidad existen otros sistemas y tienen por fin primordial reducir el estrés hídrico de los cultivos y reducir el riesgo de los factores climáticos.

Además de estos objetivos generales, existen otros que tienen en común todo productor, que es aumentar su posibilidad de producción a un menor costo y con una mayor productividad.

Con el sistema de riego se puede incorporar tierras improductivas y mejorar la productividad de las mismas y cambiar la vocación productiva de suelos desérticos.

Las fuentes de provisión

Existen tres formas habituales de provisión de agua: por diques, pozos artesanos y reservorios naturales o artificiales.

Del pozo artesanal se obtiene agua del reservorio natural. Este es bombeado por una bomba eléctrica de 1 HP, lo cual comparado con el combustible ahorra en una relación de 8/3 de cantidad total de soles por año.

Los sistemas de distribución y de transporte

El sistema de distribución del agua desde la fuente de aprovisionamiento hasta el lugar de la plantación depende del tipo de fuente de aprovisionamiento y algunas veces por las características del terreno, es importante tomar en cuenta el área a cubrir y la disponibilidad de agua que se tenga a largo plazo. En el presente proyecto se tiene un sistema de tuberías PVC y tubos de polietileno para transportar el agua que va desde el reservorio natural hasta el reservorio artificial y de aquí hasta el lugar de la plantación en algunas partes por gravedad y otras por presión.



Figura 4.11. Tuberías PVC.

Fuente: Manual de riego para paltos y cítricos (2016).



Figura 4.12. Tubería de polietileno y goteros.

Fuente: Manual de riego para paltos y cítricos (2016).

La tecnología dentro de la parcela

El lugar de la plantación o parcela utiliza la tecnología dependiendo del tipo de cultivo, condiciones de suelo, de agua y capacidad económica del propietario. La tecnología de riego a utilizar es la de riego parcial de raíces y riego por goteo o presurizado la cual optimiza la fertilización, el uso del agua, el tratamiento de plagas y enfermedades todo por el riego, incrementado en casi un 60% la productividad, comparándola en condiciones normales sin este sistema. La instalación de riego se ha diseñado con material de tubería de la siguiente manera, para la tubería principal (PVC), para la tubería secundaria (PVC) y en la tubería lateral con manguera de polietileno.